

ICS 23.040.01

P61

备案号：50039-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 715—2015

代替DL/T 715—2000

火力发电厂金属材料选用导则

Selection guide for the metallic material of fossil power plants

2015-04-02 发布

2015-09-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前 言.....	II
1 范 围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 选材和材料质量控制原则.....	3
4 金属材料的选用.....	4
4.1 高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件用钢.....	4
4.2 锅炉受热面管用钢.....	4
4.3 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢.....	5
4.4 锅炉锅筒和汽水分离器用钢.....	6
4.5 锅炉受热面固定件及吹灰器用钢.....	6
4.6 汽轮机转子体、轮盘和叶轮用钢.....	6
4.7 汽轮发电机转子和无磁性护环用钢.....	7
4.8 汽轮机叶片用金属材料.....	8
4.9 紧固件用金属材料.....	8
4.10 汽轮机、锅炉铸钢件用钢.....	9
4.11 凝汽器用管材.....	9
4.12 压力容器用钢.....	10
附 录A (资料性附录) 电站常用钢牌号、特性及主要应用范围.....	11

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。本标准与DL/T715—2000比较，主要技术变化如下：

- 增加了超(超)临界锅炉高温蒸汽管道、联箱和高温受热面用9%~12%Cr系列钢、S30432/10Cr18Ni9NbCu3BN/Super304H/DMV304HCu、TP347HFG/08Cr18Ni11NbFG、TP310HCbN 07Cr25Ni21NbN/HR3C/DMV310N;超(超)临界机组高中压转子、高温铸钢件用10%Cr系列钢的选用。
- 删除了附录A中高温管道及受热面管、锅筒、汽轮机主轴、叶轮、叶片及发电机转子选材中19种不常用的钢号。
- 删除了关于部件用金属材料的具体检验项目表。
- 将“4.1蒸汽管道、联箱及锅炉受热面管子用金属材料”改为“4.1高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件用钢”“4.2锅炉受热面管用钢”和“4.3给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢”，区分了蒸汽管道与受热面管用钢选用的差异和高温蒸汽管道、高温联箱与给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢选用的差异。
- 凝汽器用管材中增加了不锈钢管的选用。

本标准附录A为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站金属标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：西安热工研究院有限公司、苏州热工研究院有限公司、华北电力科学研究院、国网江西省电力科学研究院、中国神华国华电力分公司、陕西电力科学研究院、东方锅炉股份有限公司。

本标准主要起草人：杨百勋、李益民、赵彦芬、蔡文河、唐囡、赵慧传、刘树涛、张兵、杨华春、史志刚、田晓。

本标准实施后代替DL/T 715-2000。

DL/T715-2000 的历次版本发布情况为：

——DL/T715—2000。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心(北京市白广路二条一号，100761)。

火力发电厂金属材料选用导则

1 范围

本标准规定了火力发电设备金属材料选用的原则，重要部件金属材料的主要验收标准和质量要求。

本标准适用于火力发电厂新建机组重要部件金属材料的选用和替代，在役机组更换部件金属材料的选用和替代。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 1220 不锈钢棒
- GB/T 1221 耐热钢棒
- GB/T3620.1 钛及钛合金牌号和化学成分
- GB/T 3625 换热器及冷凝器用钛及钛合金管
- GB 5310 高压锅炉用无缝钢管
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB/T 8732 汽轮机叶片用钢
- GB/T 8890 热交换器用铜合金无缝管
- GB/T 16507.2 水管锅炉第2部分：材料
- GB/T 12229 通用阀门碳素钢铸件技术条件
- GB 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 20410 涡轮机高温螺栓用钢
- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢牌号及化学成分
- GB/T 28559 超临界及超超临界汽轮机叶片
- DL/T 438 火力发电厂金属技术监督规程
- DL/T 439 火力发电厂高温紧固件技术导则
- DL473 大直径三通锻件技术条件
- DL/T515 电站弯管
- DL/T 695 电站钢制对焊管件
- DL/T712 发电厂凝汽器及辅机冷却器管选材导则
- JB/T 126525MW~200MW汽轮机转子体和主轴锻件技术条件
- JB/T 126625MW~200MW汽轮机轮盘及叶轮锻件技术条件
- JB/T 126750MW~200MW汽轮发电机转子锻件技术条件
- JB/T 1268 汽轮发电机Mn18Cr5系无磁性护环锻件技术条件
- JB/T 5263 电站阀门铸钢件技术条件
- JB/T 7024300MW及以上汽轮机缸体铸钢件技术条件
- JB/T 702650MW以下汽轮发电机转子锻件技术条件
- JB/T 7027300MW及以上汽轮机转子体锻件技术条件**

- JB/T 7030 汽轮发电机Mn18Cr18N 无磁性护环锻件技术条件
- JB/T 870550MW以下汽轮发电机无中心孔转子锻件技术条件
- JB/T 870650MW~200MW汽轮发电机无中心孔转子锻件技术条件
- JB/T 8707300MW及以上汽轮机无中心孔转子锻件技术条件
- JB/T 8708300MW~600MW汽轮发电机无中心孔转子锻件技术条件
- JB/T 9625 锅炉管道附件承压铸钢件技术条件
- JB/T 10087 汽轮机铸钢件技术条件
- JB/T 110171000MW及以上汽轮发电机转子锻件技术条件
- JB/T 11018 超临界及超超临界机组汽轮机用Cr10 型不锈钢铸件技术条件
- JB/T 11019 超临界及超超临界机组汽轮机高中压转子体锻件技术条件
- JB/T 11020 超临界及超超临界机组汽轮机用超纯净钢低压转子锻件技术条件
- JB/T 11030 汽轮机高低压复合转子锻件技术条件
- NB/T47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- NB/T 47019.3 锅炉、热交换器用管材订货技术条件第3部分：规定高温性能的非合金钢和合金钢
- YB/T 4173 高温用锻造镗孔厚壁无缝钢管
- ASME SA-105 管道用碳钢锻件技术条件 (Specification for carbon steel forgings,for piping applications)
- ASME SA-106 高温用碳钢无缝钢管技术条件 (Specification for seamless carbon steel pipe for high-temperature service)
- ASME SA-178 电阻焊碳钢管和锅炉、过热器用碳-锰钢 技术条件 (Specification for electric-resistance-welded carbon steel and carbon-manganese steel boiler and superheater tubes)
- ASME SA-181 管道用碳钢锻件通用技术条件 (Specification for carbon steel forgings, for general-purpose piping)
- ASME SA-182 高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢管道法兰、锻制管件、阀门和部件技术条件 (Specification for forged or rolled alloy and stainless steel pipe flanges, forged fittings, and valves and parts for high-temperature service)
- ASME SA-210 中碳钢制锅炉和过热器用无缝钢管 技术条件 (Specification for seamless medium-carbon steel boiler and superheater tubes)
- ASME SA-213 高温用铁素体、奥氏体钢制锅炉、过热器和热交换器无缝钢管技术条件 (Specification for seamless ferritic and austenitic alloy-steel boiler, superheater, and heat-exchanger tubes)
- ASME SA-234 中高温用锻制碳钢、合金钢管件技术条件 (Specification for piping fittings of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and high-temperature service)
- ASME SA-299 压力容器用碳钢、锰-硅钢板 技术条件 (Specification for pressure vessel plates, carbon steel, manganese-silicon)
- ASME SA-302 压力容器用合金钢、锰-钼和锰-钼-镍钢板技术条件 (Specification for pressure vessel plates, alloy steel, manganese-molybdenum and manganese-molybdenum-nickel)
- ASME SA-335 高温用铁素体合金钢制无缝钢管技术条件 (Specification for seamless ferritic alloy-steel pipe for high-temperature service)
- ASME SA-387 压力容器用合金钢板、铬-钼钢板技术条件 (Specification for pressure vessel plates, alloy steel, chromium-molybdenum)
- ASME SA-672 中温高压用电熔焊管技术条件 (Specification for electric-fusion-welded steel pipe for

high-pressure service at moderate temperatures)

ASME SA-691 高温高压用碳钢和合金钢制电熔焊管技术条件 (Specification for carbon and alloy steel pipe, electric-fusion-welded for high-pressure service at high temperatures)

ASME SA-960 锻制钢管管件通用技术条件 (Specification for common requirements for wrought steel piping fittings)

ASME SB-338 冷凝器、热交换器用无缝钛管、焊接钛管及钛合金管技术条件 (Specification for seamless and welded titanium and titanium alloy tubes for condensers and heat exchangers)

DIN EN 10216-2 承压无缝钢管技术条件第2部分：高温用碳钢和合金钢管 (Seamless steel tubes for pressure purposes-technical delivery conditions-Part 2: Non alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties)

DIN EN 10216-5 承压无缝钢管技术条件第5部分：不锈钢管 (Seamless steel tubes for pressure purposes-technical delivery conditions-Part 5: Stainless steel tubes)

DIN EN 10222 承压用钢制锻件 (Steel forgings for pressure purposes)

DIN EN 10028 压力容器用钢板 (Flat products made of steel for pressure purposes)

3 选材和材料质量控制原则

3.1 火电机组选材的原则应基于部件的受力状态、服役温度、服役环境(如腐蚀性介质等)和预期的安全服役寿命, 综合考虑材料的物理性能、化学性能、力学性能、工艺性能、组织稳定性和经济性。

3.2 本标准中给出的部件选材为推荐性材料牌号, 也可选其他标准中的类似牌号。

3.3 火电机组选用的各种金属材料应符合国家有关标准、行业标准、企业标准或国外相关标准及订货技术条件。

3.3.1 火电机组选用中国牌号的金属材料, 应符合相应牌号材料的中国国家标准、行业标准或企业标准及订货技术条件。

3.3.2 火电机组选用国外牌号的金属材料, 应符合相应牌号材料的国外技术标准及订货技术条件, 同时应参照中国相应的国家标准、行业标准或企业标准。

3.3.3 火电机组选用国内制造商生产的国外牌号金属材料或制品的首批产品时, 应查阅该产品的技术评审资料, 按照该牌号材料国外标准验收, 并参照国内相应牌号材料标准。

3.4 金属产品合格证及质量证明书应齐全, 宜包括金属产品的基本信息、制作工艺信息和性能检验信息:

- a) 基本信息: 制造商、材料牌号、检验签字和合格章;
 - b) 制作工艺信息: 冶炼方法、热加工工艺、热处理工艺;
 - c) 成分和性能检验信息: 化学成分、力学性能、金相组织、无损检测结果等资料。
- 检验人员应对材料产品合格证、质量证明书及产品标记确认。

3.5 进口金属产品应有报关单、商检报告、原产地证书, 检验人员应对报关单、商检报告、原产地证书和产品标记进行确认。

3.6 金属产品质量证明书中若性能检验信息缺项或数据不全, 应补做所缺项目检验。检验范围、数量和检验方法应符合相关标准, 合格后才能使用。

3.7 选用代用材料时, 应选化学成分、设计性能和工艺性能相当或略优者; 若代用材料工艺性能不同于设计材料, 应经工艺评定验证后方可使用。

3.8 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。检修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。

3.9 代用前和组装后, 应对代用材料进行材质复查, 确认无误后, 方可投入运行。

4 金属材料的选用

4.1 高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件用钢

4.1.1 高温蒸汽管道和高温联箱包括服役温度高于或等于400℃的管道、联箱、导汽管和管件(弯头、三通、异径管)。

4.1.2 高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件用钢应具有以下性能:

- a) 合适的常规力学性能,包括室温、高温拉伸性能、冲击吸收能量。
- b) 优异的蠕变强度、持久强度、持久塑性、抗氧化性能和抗高温腐蚀性能。
- c) 在高温下长期运行中,组织稳定性好。
- d) 良好的工艺性能,特别是焊接性能。

4.1.3 亚临界300MW级、600MW级机组的主蒸汽管道可选P91,再热蒸汽管道可选P91、P22;超临界机组主蒸汽管道、高温蒸汽管道可选P91;超超临界机组主蒸汽管道可选P92,高温再热蒸汽管道可选P92或P91。具有相同温度的高温联箱、高温管件及导汽管的选材可参考主蒸汽管道、高温蒸汽管道的选材。

4.1.4 壁温小于或等于520℃~550℃的导汽管、联箱可选用P12/15CrMoG;500℃~560℃间的蒸汽管道、导汽管、联箱可选用P22/12Cr2MoG、12Cr1MoVG。

4.1.5 高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件的材质验收,应满足以下规定:

- a) 国产钢管的技术要求及质量检验应满足GB 5310、GB/T 16507.2的规定,锻造钢管应满足YB/T 4173的规定。
- b) 国产管道锻件的技术要求及质量检验应满足NB/T 47008、NB/T 47010的规定。
- c) 进口钢管的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件,重要的钢管技术标准有美国的ASME SA335、欧盟的DIN EN 10216-2,同时应满足GB 5310的规定。
- d) 弯管按DL/T515的规定,钢制对焊管件按DL/T695的规定,大直径三通按DL473的规定。
- e) 9%~12%Cr 钢制高温蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、高温联箱及导汽管用无缝钢管的硬度应符合DL/T 438的规定。
- f) 进口锻制弯管、大直径三通锻件的技术要求及质量检验可按ASME SA-234、ASME SA-182、ASME SA-960和DIN EN 10222执行。

4.1.6 高温蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、高温联箱、高温管件及导汽管常用钢牌号、特性及其主要应用范围见附录A中表A.1。

4.2 锅炉受热面管用钢

4.2.1 锅炉水冷壁/省煤器管用钢应具有以下性能:

- a) 合适的室温、中温拉伸强度。
- b) 良好的抗烟气腐蚀性能,合适的抗汽水腐蚀性能。
- c) 良好的抗热疲劳性能。
- d) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。

4.2.2 亚临界锅炉水冷壁可选用20G、SA-210C;超临界锅炉水冷壁可选用15CrMoG/T12/T22;超超临界锅炉水冷壁低温段可选用15CrMoG/T12,较高温度区段可选12Cr1MoVG。

4.2.3 亚临界以下锅炉省煤器可选用20G、SA-178C;超(超)临界锅炉省煤器可选用SA-210C。

4.2.4 锅炉过热器/再热器管用钢相对于高温蒸汽管道、高温联箱用钢,还应具有以下更高的要求:

- a) 优异的高温强度,特别是持久强度,良好的组织稳定性。
- b) 优异的抗高温氧化性能,良好的抗腐蚀性能。
- c) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。
- d) 对同一牌号的钢材,用于高温受热面管的允许最高服役温度一般可适当高于主蒸汽管道、高温

再热蒸汽管道、高温联箱、高温管件及导汽管等部件的最高服役温度，但要在材料抗氧化温度允许范围内。

4.2.5 超超临界锅炉高温过热器、再热器管可选TP310H CbN/07Cr25Ni21NbN/HR3CDMV310N、内壁喷丸的 S30432/10Cr18Ni9NbCu3BN/Super304H/DMV304HCu；屏式过热器可选上述两种材料以及 TP347HFG、内壁喷丸18-8奥氏体耐热钢；620℃ 高效超超临界锅炉高温过热器、再热器管可选 TP310HCbN/07Cr25Ni21NbN/HR3C/DMV310N、内壁喷丸的 S30432/10Cr18Ni9NbCu3BN/Super304H/DMV304HCu、Sanicro 25/S31035、NF709R；低温过热器、再热器根据不同的温度区域，可选T92、T91、12Cr1MoVG、12Cr2MoG/T22、15CrMoG/T12、SA-210C、20G。

4.2.6 超临界锅炉高温过热器、再热器、屏式过热器温度较高的区段可选TP347HFG、内壁喷丸的18-8奥氏体耐热钢，温度较低的区段选TP304H、TP347H、TP347HFG、TP321H、TP316H、T92、T91；低温过热器、再热器根据不同的温度区域，可选12Cr1MoVG、12Cr2MoG/T22、15CrMoG/T12、SA-210C、20G。

4.2.7 亚临界锅炉高温过热器、再热器管根据不同的温度区段，可选 TP347H、TP304H、TP321H、TP316H、T91、12Cr1MoVG、12Cr2MoWVTiB；低温过热器、再热器根据不同的温度区域，可选 15CrMoG/T12、12Cr2MoG/T22、12Cr1MoVG、SA-210C、20G。

4.2.8 锅炉受热面用钢的材质验收，应满足以下规定：

- a) 国产锅炉受热面用无缝钢管的技术要求及质量检验应符合GB 5310、GB/T 16507.2的规定，同时参照NB/T47019.3 的规定。
- b) 进口钢管的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件，重要的钢管技术标准有美国的ASME SA213、ASME SA210、ASME SA178、欧盟的DINEN 10216-5,同时应满足GB 5310的规定。

4.2.9 锅炉受热面常用钢牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表 A.1。

4.3 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢

4.3.1 低温蒸汽管道和低温联箱包括服役温度低于400℃的蒸汽管道、联箱和管件(弯头、三通、异径管)。

4.3.2 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢应具有以下性能：

- a) 合适的室温、中温拉伸强度和塑性。
- b) 良好的冲击吸收能量和断裂韧性。
- c) 低的断口形貌韧脆转变温度 (FATT₅₀) 和时效缺口敏感性。
- d) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。

4.3.3 超(超)临界及亚临界机组给水管道可选用15NiCuMoNb5-6-4/15NiCuMoNb5/15NiMnMoNbCu/P36/WB36、SA-106C。

4.3.4 超超临界机组再热蒸汽冷段管道可选用SA-6911-1/4CrCL22、12Cr1MoVG、SA-672B70CL32、SA-106C；620℃ 超超临界机组再热蒸汽冷段管道可选15CrMoG、12Cr1MoVG 无缝钢管或 SA-6911-1/4CrCL22；亚临界、超临界机组再热蒸汽冷段管道可选SA-672B70CL32、SA-672B70CL22、SA-106C、20G；低温联箱可选用SA-106C、20G、SA-106B。所有再热蒸汽冷段管道均可选用成分、性能满足服役要求的无缝钢管。

4.3.5 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢的验收，应满足以下规定：

- a) 国产给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用无缝钢管的技术要求及质量检验应符合GB 5310、GB/T 16507.2的规定。
- b) 国产管道锻件的技术要求及质量检验应满足 NB/T47008 和 NB/T 47010的规定。
- c) 进口钢管的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件，SA-672B70CL32 和 SA-6911-1/4CrCL22 钢管的技术要求及质量检验应符合ASME SA-672和 ASME SA-691的

规定, SA-106C 应符合ASME SA-106 的规定, 同时应满足GB 5310的规定。

- d) 进口管道锻件的技术要求及质量检验可按 ASME SA-105、ASME SA-181、ASME SA-182、ASME SA-960和 DIN EN 10222执行。

4.3.6 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表A.1。

4.4 锅炉锅筒和汽水分离器用钢

4.4.1 锅炉锅筒和汽水分离器用钢应具有以下性能:

- a) 合适的室温、中温拉伸强度、塑性和低周疲劳强度。
- b) 良好的冲击吸收能量和断裂韧性。
- c) 低的断口形貌韧脆转变温度 (FATT₅₀)、缺口敏感性和时效缺口敏感性。
- d) 良好的抗汽水腐蚀能力。
- e) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。

4.4.2 亚临界及以下锅炉锅筒可选用 SA-299、SB49、Q245R、Q345R、P355GH、SA-302 或 13MnNiMoR/DIWA353/13MnNiMo5-4、18MnMoNbR 等; 超(超)临界锅炉汽水分离器可选用P91、SA-336F12、15CrMoG、12Cr1MoVG、SA-182F12CL2、15NiCuMoNb5-6-4/WB36 或 SA-302C, 储水罐可选用SA-387Gr.11CL2钢板制造。

注: Q245R是GB 713—2008 中的牌号, 代替GB 713—1997中的20g和GB 6654—1996中的20R。

4.4.3 锅炉锅筒和汽水分离器用钢的验收, 应满足以下规定:

- a) 国产锅炉锅筒用碳素钢、低合金钢钢板和汽水分离器用低合金钢钢板的技术要求和质量检验应符合GB 713、GB/T 5313的规定。
- b) 进口锅炉锅筒和汽水分离器钢板的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件, 重要的钢板技术标准有ASME SA-299、ASME SA-302、ASME SA-387,P355GH 钢应满足DIN EN 10028,所有国外的钢板同时应满足GB 713的规定。

4.4.4 锅炉锅筒和汽水分离器用钢牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表A.2。

4.5 锅炉受热面固定件及吹灰器用钢

4.5.1 锅炉受热面固定件及吹灰器用钢应具有以下性能:

- a) 锅炉受热面固定件用钢应具有良好的抗氧化性, 并具有合适的热强性能和良好的耐蚀性、工艺性能。
- b) 吹灰器用钢应具有优异的抗氧化性能、良好的抗腐蚀性能和良好的高温强度。

4.5.2 锅炉受热面固定件及吹灰器可选用高铬马氏体、奥氏体或双相耐热钢。

4.5.3 锅炉受热面固定件和吹灰器的材料验收, 应满足以下规定:

- a) 国产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质量检验应符合GB/T 1220和GB/T 1221的规定。
- b) 进口锅炉受热面固定件和吹灰器用钢的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件。

4.5.4 锅炉受热面固定件和吹灰器常用钢牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表A.3。

4.6 汽轮机转子体、轮盘和叶轮用钢

4.6.1 汽轮机高中压转子、轮盘及叶轮用钢应具有以下性能:

- a) 汽轮机转子、轮盘及叶轮用钢应具有良好的韧性和塑性; 高中压转子用钢应具有良好的室温和高温拉伸强度, 高的疲劳强度、持久强度, 良好的组织稳定性; 低压转子、轮盘及叶轮用钢应具有高的室温和中温拉伸强度。
- b) 高中压转子用钢应具有良好的抗高温蒸汽氧化、抗腐蚀能力。
- c) 汽轮机转子、轮盘及叶轮用钢应具有较高的断裂韧性, 低的韧脆转变温度。
- d) 汽轮机转子应具有低的残余应力。

e) 汽轮机转子用钢应具有良好的冶炼、锻造和热处理性能。

4.6.2 高温高压机组、亚临界机组根据容量可选34CrMo1A、30Cr1Mo1V; 超临界机组可选30Cr1Mo1V; 超超临界机组可选用10Cr系列钢的12Cr10NiMoWVNbN/X12CrMoWVNbN10-1-1、13Cr10NiMoWVNbN/TMK-1、14Cr10NiMoWVNbN/TOS107、15Cr10NiMoWVNbN/KT5916;620°C 超超临界机组可选用FB2、TOS110。

4.6.3 高温高压机组、亚临界机组根据容量, 低压转子、轮盘及叶轮可选34CrNi3Mo、25CrNiMoV、30Cr2Ni4MoV 或制造企业自行设计并选用的相近材料; 超(超)临界机组低压转子、轮盘及叶轮可选用30Cr2Ni4MoV。

4.6.4 汽轮机高低压复合转子体锻件可选用25Cr2NiMo1V、25Cr2Ni1Mo1V。

4.6.5 汽轮机转子体、轮盘及叶轮用钢的验收, 应满足以下规定:

- a) 超临界及超超临界机组汽轮机高中压转子体锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 11019的要求。
- b) 300MW 及以上汽轮机转子体锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 7027的规定。
- c) 300MW 及以上汽轮机无中心孔转子锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 8707的规定。
- d) 25MW~200MW 汽轮机转子体和主轴锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 1265的规定。
- e) 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/T 1266的规定。
- f) 超临界及超超临界机组汽轮机低压转子体锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 11020的规定。
- g) 汽轮机高低压复合转子体锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 11030 或制造企业的相关标准。
- h) 进口汽轮机转子锻件的技术要求和质量检验, 应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件。

4.6.6 汽轮机转子体、轮盘及叶轮常用钢牌号、特性及其主要应用范围见附录A中表A.4。

4.7 汽轮发电机转子和无磁性护环用钢

4.7.1 汽轮发电机转子和无磁性护环应具有以下性能:

- a) 合适的室温拉伸强度(特别是屈服强度)、塑性。
- b) 优异的冲击吸收能量和断裂韧性, 低的韧脆转变温度。
- c) 良好的高周疲劳强度, 低的残余应力。
- d) 汽轮发电机转子应具有良好的磁性能。
- e) 发电机护环锻件应具有良好的磁性能和良好的抗应力腐蚀性能。

4.7.2 200MW 以下机组, 根据容量发电机转子可选用34CrMo1A、34CrNi1Mo、34CrNi3Mo、25CrNi1MoV、25Cr2Ni4MoV; 300MW~600MW 以及超(超)临界机组发电机转子可选用25Cr2Ni4MoV。

4.7.3 亚临界及以下机组, 根据容量, 发电机无磁性护环可选用50Mn18Cr5、50Mn18Cr5N 和1Mn18Cr18N; 超(超)临界机组发电机无磁性护环可选用1Mn18Cr18N。

4.7.4 汽轮发电机转子用钢的验收, 应满足以下规定:

- a) 1000MW 及以上汽轮发电机转子锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 11017的规定。
- b) 300MW~600MW 汽轮发电机转子锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 8708的规定。
- c) 50MW~200MW 汽轮发电机转子锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 1267的规定。
- d) 50MW~200MW 汽轮发电机无中心孔转子锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 8706的规定。
- e) 50MW 以下汽轮发电机转子锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 7026的规定。
- f) 50MW 以下汽轮发电机无中心孔转子锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 8705的规定。
- g) 进口汽轮发电机转子的技术要求和质量检验, 应符合相应牌号的国外标准及订货技术协议。

4.7.5 汽轮发电机无磁性护环用钢的材质检验, 应满足以下规定:

- a) 采用Mn18Cr18N 制作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/T 7030的规定。
- b) 50MW~200MW 汽轮发电机无磁性护环锻件技术要求和质量检验, 应符合JB/T 1268的规定。

DL/T715—2015

c) 进口汽轮发电机无磁性护环的技术要求和质量检验,应符合供货国家标准或订货技术条件。

4.7.6 汽轮发电机转子和无磁性护环常用钢牌号、特性及其主要应用范围见附录A中表A.4。

4.8 汽轮机叶片用金属材料

4.8.1 汽轮机叶片金属材料应具有以下性能:

- a) 优异的强度、塑性和热强性能。对于服役温度小于400℃的叶片,主要考虑室温和中温拉伸性能;对于服役温度大于或等于400℃的叶片,除室温拉伸性能外,还应具有高的持久强度和持久塑性,且组织稳定性好。
- b) 优异的冲击吸收能量,低的缺口敏感性。
- c) 良好的减振性。
- d) 良好的抗腐蚀性。处于湿蒸汽区服役的低压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。
- e) 优异的抗疲劳性能,特别是抗腐蚀疲劳性能。
- f) 良好的耐磨性能,特别是承受水滴冲刷磨损的低压末三级叶片。
- g) 良好的冷、热加工工艺性能。

4.8.2 汽轮机高中压区段的叶片选材主要基于材料的室温及高温拉伸性能、持久强度、抗热疲劳性能、冲击吸收能量、缺口敏感性、减振性及组织稳定性;低压区段的叶片选材主要基于材料的室温拉伸性能、冲击吸收能量、缺口敏感性、减振性和抗腐蚀性。

4.8.3 汽轮机叶片用金属材料的验收,应满足以下规定:

- a) 国产汽轮机叶片用钢的技术要求和质量检验应符合GB/T 8732、GB/T 28559或订货合同要求。
- b) 进口汽轮机叶片的技术要求和质量检验,应符合相应牌号的国外标准或制造企业标准及订货技术条件。

4.8.4 汽轮机叶片常用材料牌号、特性及其主要应用范围见附录A中表A.5。

4.9 紧固件用金属材料

4.9.1 紧固件用金属材料应具有以下性能:

- a) 高温紧固件用金属材料应具有良好的室温、高温拉伸强度和塑性。
- b) 优异的冲击吸收能量、低的缺口敏感性。
- c) 高温(碳钢工作温度超过300℃~350℃,合金钢超过350℃~400℃)紧固件用钢应具有良好的抗松弛性能。
- d) 高温紧固件用钢应具有良好的持久强度和蠕变强度,低的蠕变脆化倾向及蠕变缺口敏感性,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为:新材料大于5%;已运行材料不低于3%。
- e) 高温紧固件用钢应具有高的组织稳定性,回火脆性和热脆性倾向小。
- f) 良好的抗氧化性能。
- g) 在汽缸内部服役的螺栓,还应具有合适的抗蚀性。
- h) 对于承受疲劳载荷的螺栓(如联轴器螺栓),还应具有良好的抗疲劳和抗剪切能力。
- i) 良好的冷、热加工工艺性能。
- j) 原则上,螺母材料强度宜比螺栓低一级(低20HB~50HB),同一法兰的紧固件应采用相同的钢号、强度等级和结构形式。当在同一法兰上要安装不同材料和强度等级的紧固件时,应考虑计算由不同线膨胀系数和抗松弛性能引起的影响。

4.9.2 高温紧固件金属材料的选用主要基于材料的抗松弛性能、高温强度、持久强度、缺口敏感性、组织稳定性,回火脆性、热脆性以及抗氧化性能、抗热疲劳性能、冲击吸收能量、缺口敏感性和组织稳定性;室温服役的紧固件主要基于室温拉伸强度、抗疲劳和抗剪切能力。

4.9.3 紧固件材料的验收,应满足以下规定:

- a) 紧固件用金属材料的技术要求和质量检验应符合 DL/T 439、GB/T 20410及订货技术条件。
- b) 进口紧固件金属材料的技术要求和质量检验，应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件。

4.9.4 紧固件常用金属材料牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表A.6。

4.10 汽轮机、锅炉铸钢件用钢

4.10.1 汽轮机、锅炉铸钢件材料应具有以下性能：

- a) 良好的室温、高温拉伸强度、塑性和冲击吸收能量。
- b) 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。
- c) 承受热疲劳载荷的铸钢件(如汽轮机汽缸和蒸汽室)用钢，应具有良好的抗疲劳性能。
- d) 承受高温蒸汽冲蚀的铸钢件用钢，应具有一定的抗氧化性能和耐磨性能。
- e) 需要焊接的铸钢应具有良好的可焊性。

4.10.2 汽轮机、锅炉铸钢件材料的选用主要基于铸钢件的服役温度和压力，以及材料的高温拉伸强度和持久强度。碳素铸钢宜用于温度小于或等于430℃、压力小于或等于5.3MPa的部件；合金铸钢宜用于温度大于430℃的部件。

4.10.3 铸钢件的验收，应满足以下规定：

- a) 汽轮机承压铸钢件的技术要求和质量应符合JB/T 10087的规定。
- b) 超临界及超超临界机组汽轮机用10Cr钢铸件技术要求和质量检验，应符合JB/T 11018的要求。
- c) 300MW及以上汽轮机缸体铸钢件的技术要求和质量应符合JB/T 7024的规定。
- d) 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/T 9625的规定。
- e) 凝汽器进出口蝶阀的技术要求和质量检验，应符合GB/T 12229的规定。
- f) 电站阀门铸钢件的技术要求和质量检验，应符合JB/T 5263的规定。
- g) 进口汽轮机、锅炉铸钢件的技术要求和质量检验，应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件。

4.10.4 铸钢件常用材料牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表A.7。

4.11 凝汽器用管材

4.11.1 凝汽器管材应具有以下性能：

- a) 合适的室温拉伸强度。
- b) 良好的抗腐蚀、抗磨损性能。
- c) 良好的冷、热加工工艺性能。

4.11.2 凝汽器管材的选用原则参照DL/T 712执行或由制造厂根据使用状况选材，按以下原则选材：

- a) 凝汽器铜管的选用基于水质中的溶解固体、氯离子浓度、悬浮物和沙含量以及允许的流速选择管材牌号，具体按DL/T712 中表6执行。
- b) 滨海电厂或有季节性海水倒灌的电厂，凝汽器及辅机冷却器管应选用钛管。使用严重污染淡水水源的，也可选用钛管。
- c) 同牌号不锈钢管的选用以不锈钢管在冷却水中不发生点蚀为主要依据，并应通过试验验证。在具有代表性的冷却水或在设计时选取的冷却水工况条件下测定不锈钢的点蚀电位与(析)氧平衡电位。如果点蚀电位大于或等于氧平衡电位，则该型号的不锈钢管在该冷却水中不会发生点蚀，可以选用。

4.11.3 凝汽器管材的验收，应满足以下规定：

- a) 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/T 8890的规定。
- b) 凝汽器用钛合金管的技术要求及质量检验，应符合GB/T 3625和GB/T3620.1的规定。
- c) 国产不锈钢管的技术要求及质量检验，应符合GB/T 20878或 GB 13296的规定。
- d) 进口凝汽器管材的技术要求和质量检验，应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件，进口钛管可按ASME SB-338的规定。

DL/T 715—2015

4.11.4 凝汽器管材常用材料牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表A.8。

4.12 压力容器用钢

4.12.1 压力容器用钢应具有以下性能：

- a) 合适的室温拉伸强度、塑性和屈强比。
- b) 良好的韧性，低的断口形貌韧脆转变温度(FATT₅₀) 和无塑性转变温度(NDT)，良好的时效抗力。
- c) 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，选用耐腐蚀性高的材料。
- d) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。

4.12.2 超(超)临界机组除氧器水箱、封头采用Q345R; 亚临界及以下机组的除氧器水箱、封头采用Q245R或Q345R。

4.12.3 超(超)临界机组高压加热器水室可选用13MnNiMoR, 管板可选20MnMo或20MnMoNb; 壳体可选用Q345R、15CrMoR、SA387Cr11CL2、12Cr1MoVR、12Cr2Mo1R、SA387Cr91; 封头可选用Q345R、15CrMoR、13MnNiMoR或 SA387Cr11CL2、SA387Cr91。

4.12.4 压力容器用钢的验收，应满足以下规定：

- a) 压力容器用钢板的技术要求和质量检验，应符合GB 713的规定。
- b) 国产压力容器钢制锻件的技术要求及质量检验，应满足 NB/T 47008和NB/T 47010的规定。
- c) 进口压力容器用钢板的技术要求和质量检验，应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件，SA387Cr11CL2、SA387Cr91应满足 ASME SA387的规定，同时应满足GB 713的规定。
- d) 进口压力容器钢制锻件的技术要求及质量检验，可按照进口压力容器钢制锻件的技术要求及质量检验，可按照ASME SA-105、ASME SA-182、ASME SA-960或 DIN EN 10222执行。

4.12.5 压力容器用钢常用材料牌号、特性及其主要应用范围见附录A 中表A.9。

附 录 A
(资料性附录)

电站常用钢牌号、特性及主要应用范围

电站常用钢牌号、特性及主要应用范围见表A.1~表 A.9。

表A.1汽水管道、联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
20G GB 5310—2008 NB/T 47019.3—2011	在450℃以下具有满意的强度和抗氧化性能，但在470℃~480℃高温下长期运行过程中，会发生珠光体球化和石墨化。冷热加工性能和焊接性能良好	壁温≤430℃的蒸汽管道、联箱； 壁温≤460℃的受热面管子及省煤器管等	SA-210A-1、SA-106B (ASME) STB410 (JIS) P235GH (EN)、PH26 (ISO) C22、CK22、St45.8/III (DIN) TU48 C、XC18 (NF)、N2024 (CSN)、CT20 (TOCT)
15MoG、20MoG GB 5310—2008 NB/T47019.3—2011	成分最简单的低合金热强钢，正火后的组织为铁素体+珠光体，有时有少量贝氏体。其热强性和腐蚀稳定性优于碳素钢，工艺性能与碳素钢差异不大。焊接性能良好，厚壁管件焊前需预热，焊后需热处理。在500℃~550℃长期运行会产生珠光体球化和石墨化，导致钢的蠕变强度和持久强度降低，甚至引起钢管的脆性断裂	壁温≤450℃的蒸汽管道、联箱； 壁温≤480℃锅炉受热面管	T1、P1/T1a (ASME) STBA12/STPA13 (JIS) 16Mo3 (ISO、EN) 15Mo3 (DIN)、15020 (CSN)、16M (4MTY)
20MnG、25MnG GB 5310—2008 NB/T47019.3—2011	在室温与中温具有较高的强度。450℃以下的强度明显高于20G，略高于15MoG/20MoG。抗氧化性能与20G相当，450℃以上的持久强度低于15MoG/20MoG。工艺性能良好，但锰含量过高时，钢的韧性下降，焊接性能变差	壁温≤430℃的蒸汽管道、联箱； 壁温≤460℃的受热面管子及省煤器管等	SA-210A-1、SA-106B (ASME) SA-210C、SA-106C (ASME) STB410/STB510 (JIS) P235GH/P265GH (EN)、PH26/PH29 (ISO)
SA-672B70CL32 SA-672B70CL22 ASME SA672	材料为中温和高温压力容器用碳钢中厚板，抗拉强度为485MPa级。钢板经950℃正火，性能和质量应符合SA-515技术规范。焊制钢管的工艺、性能和质量应符合SA-672技术规范	超临界机组冷再管道	
12CrMoG、15CrMoG GB 5310—2008 NB/T47019.3—2011	正火+回火后的组织为铁素体+珠光体，有时有少量贝氏体。在520℃下具有足够的热强性和组织稳定性，综合性能良好，无热脆性现象，无石墨化倾向。冷热加工性能和焊接性能良好。在520℃以下，具有较高的持久强度和良好的抗氧化性能，但长期在500℃~550℃运行会发生珠光体球化，使强度下降	壁温≤520℃的蒸汽管道、联箱； 壁温≤550℃的受热面管子	T2/P2、T12/P12 (ASME) STBA20/STBA22 (JIS) 13CrMo4-5 (ISO) 13CrMo4-5、13CrMo5-5 (EN) 12MX/15XM (TOCT) 13CrMo44 (DIN) 15CD2 (法国)

表A.1 (续)

钢号与技术条件	特 性	主要应用范围	类似钢号
12Cr1MoVG GB 5310—2008 NB/T 47019.3—2011	钢中加入少量的钒，可降低铬、钼元素由铁素体向碳化物中转移的速度，提高钢的组织稳定性和热强性，弥散分布的钒的碳化物可以强化铁素体基体。正火+回火后的组织为铁素体+贝氏体，或铁素体+珠光体，或铁素体+贝氏体+珠光体；淬火+回火后的组织为贝氏体，或铁素体+贝氏体，或铁素体+贝氏体+珠光体，或铁素体+珠光体。在580℃时仍具有高的热强性和抗氧化性能，并具有高的持久塑性。冷热加工性能和焊接性能较好，但对热处理规范敏感性较大，常出现冲击吸收能量不均匀现象。在500℃~700℃回火时具有回火脆性现象；长期在高温下运行，会出现珠光体球化以及合金元素向碳化物转移，使热强性能下降	壁温≤560℃的蒸汽管道、联箱； 壁温≤580℃的受热面管子	12X1MΦ (TOCT4543) 13CrMoV42 (DIN) 15225 (CSN)
15Cr1Mo1V	俄罗斯钢号。与12Cr1MoV钢相比，含钼量有所提高，故热强性能稍高。在450℃~550℃下，其持久强度比12Cr1MoV钢高19.6MPa，570℃时高9.8MPa，但持久塑性稍低于12Cr1MoV钢。在570℃以下长期使用，组织稳定，且具有良好的抗氧化性能。焊接性能与12Cr1MoV钢相当。存在的问题是有些炉号钢的冲击吸收能量较低，焊缝易出现裂纹，且钢中含有0.013%~0.08%的残铝，对钢的韧性不利	壁温≤580℃的蒸汽管道和联箱	15X1M1Φ (TOCT4543)
12Cr2MoG GB 5310—2008 NB/T47019.3—2011	非常成熟的低合金热强钢。正火+回火后的组织为铁素体+贝氏体，或铁素体+珠光体，或铁素体+贝氏体+珠光体；淬火+回火后的组织为贝氏体，或铁素体+贝氏体，或铁素体+贝氏体+珠光体，或铁素体+珠光体。若进行等温退火，则组织为铁素体+珠光体。具有良好的冷热加工性能和焊接性能。长期在540℃以上运行，会出现碳化物从铁素体基体中析出并聚集长大的现象，导致钢的蠕变强度和持久强度降低	壁温≤580℃的过热器管、再热器管； 壁温≤570℃的蒸汽管道、联箱	T22、P22 (ASME、ASTM) STBA24、STPA24 (JIS) 10CrMo9-10 (ISO、EN) HT8 (SA-NDVIK)
SA-6911-1/4 Cr CL22	为高温高压用带纵焊缝低合金焊接钢管。钢板经正火+回火，性能和质量应符合SA-387技术规范。焊制钢管的工艺、性能和质量应符合SA-691技术规范	超超临界机组冷再管道	
12Cr2MoWVTiB (钢102) GB 5310—2008 NB/T47019.3—2011	属贝氏体低合金热强钢。正火+回火后的组织为贝氏体，具有良好的综合力学性能、工艺性能和相当高的持久强度，组织稳定性高，于620℃经5000h时效后，力学性能无明显变化。但易出现混晶组织，且蒸汽侧氧化较严重(即用于亚临界锅炉的高温再热器管)	壁温≤575℃的过热器管和再热器管	

表A.1(续)

钢号与技术条件	特 性	主要应用范围	类似钢号
07Cr2MoW2VNbB GB 5310—2008 NB/T47019.3—2011	属贝氏体低合金热强钢。正火+回火后的组织为贝氏体，具有良好的综合力学性能、工艺性能和相当高的持久强度，组织稳定性高，在580℃下长期服役具有良好的综合力学性能、相当高的持久强度(580℃/10 ⁵ h持久强度大于或等于101MPa)，高温烟气腐蚀与抗蒸汽氧化性能与T22钢相近。该钢焊接时产生再热裂纹敏感性较高，因此焊接前应预热，焊后热处理。形状复杂的水冷壁系统建议不采用	壁温≤575℃过热器和再热器管； 壁温≤570℃集箱、管道	T/P23(ASME) STBA23(JIS) 7CrWVMoNb9-6(EN) HCM2S(日本住友金属)
15Ni1MnMoNbCu GB 5310—2008 NB/T 47019.3—2011	通常将15Ni1MnMoNbCu称为WB36，为VOLLOREC&MANNESMANN，(V&M,瓦卢瑞克·曼内斯曼钢管公司)生产的Ni-Cu-Mo低合金钢。该钢具有较高的室温、中温强度，用于锅炉给水管可使管壁厚度减薄，从而有利于加工、制造、安装和运行。由于钢中含有Cu，因此提高了钢的抗腐蚀性能，但通常含Cu钢具有红脆性，为了避免在热成型过程中的脆性，将Cu/Ni比控制在0.5左右。焊接性能良好	壁温≤450℃的联箱、钢筒、压力容器等	WB36(V&M) T/P36、F36(ASME) 15NiCuMoNb5-6-4(EN) 15NiCuMoNb5(VdTUV) 591(BS)
10Cr9Mo1VNbN GB 5310—2008 NB/T47019.3—2011	马氏体型热强钢。T/P91高的Cr量大大提高了钢的抗氧化、抗腐蚀性，Cr、Mo、Mn元素的加入保证了钢的基体强度，少量的N与V、Nb在钢中可形成氮化物或复合碳/氮化物Nb(C、N)产生沉淀强化效应。低的含C量增强了钢的组织稳定性，Mo可提高钢的再结晶温度，延缓高温运行下马氏体的分解。具有良好的高温强度和抗氧化、抗蒸汽腐蚀性能。焊接时应采用低的线能量，严格执行焊接工艺	炉内壁温≤610℃，炉外壁温≤630℃的过热器管、再热器管； 壁温≤610℃的蒸汽管道、联箱	T91/P91、F91(ASME) X10CrMoVNb9-1(EN) X10CrMoVNb9-1(ISO) STBA26(JIS) TUZ10CDVNb09.01 (NFA-49213)
10Cr9MoW2VNbBN GB 5310—2008 NB/T 47019.3—2011	马氏体型热强钢，是在T/P91钢的基础上，添加2%W，降低Mo含量，W、Mo同时添加可有效提高钢的持久强度，微量的B可增加钢的晶界强度。该钢具有良好的高温强度和抗氧化、抗蒸汽腐蚀性能。C含量的降低可提高组织稳定性和焊接性能。与T/P91一样，焊接时应采用低的线能量，严格执行焊接工艺，焊后需尽快热处理	炉内壁温≤620℃，炉外壁温≤650℃的过热器管、再热器管； 壁温≤630℃的蒸汽管道、联箱	T/P92、F92(ASME) NF616(日本新日铁公司) STPA29(JIS) X10CrWMoVNb9-2(EN)
10Cr11MoW2VNbCu 1BN GB 5310—2008	马氏体型耐热钢，与T/P92钢相比，提高了Cr含量、添加了Cu、提高了W、降低了Mo含量，其余元素的含量与T/P92几乎相同。正火+回火后为回火马氏体，持久强度高于T/P91低于T/P92，抗蒸汽氧化及高温烟气腐蚀性能与T/P92钢相当，但明显优于T/P91。焊接时应采用低的线能量，严格执行焊接工艺，焊后需尽快热处理	壁温≤650℃的过热器和再热器管； 壁温≤621℃的蒸汽管道和联箱	T/P122、F122(ASME) HCM12A(日本住友公司) SUS410J3TB(单相钢) (METI-日本通产经济省) SUS410J3DTB(双相钢) (METI-日本通产经济省)

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/827144056136006141>