

ICS 23.040.01

F 24

备案号: 17629-2006

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 991 — 2006

---

## 电力设备金属光谱分析技术导则

Spectral analysis guideline of metal for electrical power equipment

2006-05-06 发布

2006-10-01 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..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 仪器设备..... 2

5 光谱分析人员..... 3

6 光谱分析..... 4

7 分析报告..... 5

附录 A（资料性附录） 电力设备常用金属材料化学成分 ..... 7

## 前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业〔2005〕739 号）的要求制订的。

目前我国电力工业高参数大容量机组和更高电压等级输配电设备不断投入运行，所用金属材料等级越来越高，检测手段也不断更新。为了避免电力设备金属材料错用现象的发生，减少事故的发生，在原电力工业部基建司组织编制的《火力发电厂金属光谱分析导则》（基建司〔1993〕15 号文）的基础上，制定《电力设备金属光谱分析技术导则》。

本标准附录 A 是资料性附录。

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材料标准化委员会归口并解释。

本标准起草单位：广东电网公司电力科学研究院、广州南方电力建设集团有限公司、西安热工研究院有限公司、上海材料研究所、国家电网公司北京电力建设研究院。

本标准主要起草人：林介东、胡平、蓝俊铭、李建民、鄢国强、李益民、戴沅、李耀君、周左平、聂铭。

# 电力设备金属光谱分析技术导则

## 1 范围

本标准规定了使用光谱分析方法对电力设备金属构件（含焊接接头、焊接材料）进行合金成分检验的基本要求和主要操作方法。

本标准适用于电力设备制造、安装、检修时各类金属构件（含焊接接头、焊接材料）合金成分复验及甄别的光谱分析工作，也适用于相关行业对金属材料合金成分的复验及甄别。

## 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。

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢火花源原子发射光谱分析方法（常规法）

GB/T 7999 铝及铝合金光电（测光法）发射光谱分析方法

GB/T 11170 不锈钢的光电发射光谱分析方法

GB 11533 标准对数视力表

GB/T 14203 钢铁及合金光电发射光谱分析法通则

DL/T 931 电力行业理化检验人员资格考核规则

JJG 768 发射光谱仪检定规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**电力设备 electrical power equipment**

电力生产过程所需发电、输电、配电设备的总称，如锅炉、汽机、管道、发电机、变压器、线路、铁塔和金具等。

### 3.2

**光谱分析 spectral analysis**

利用被检材料中原子（或离子）发射的特征线光谱，或某些分子（或基团）所发射的特征带光谱的波长和强度，来检测元素的存在及其含量的方法。

### 3.3

**光谱仪 spectrometer**

一种利用色散元件和光学系统将光辐射按波长分开排列，并用适当的接收器接收不同波长辐射的分析仪器。按照使用色散元件的不同，分为棱镜光谱仪、光栅光谱仪、干涉光谱仪；按接收谱线方式不同分为看谱镜、摄谱仪、直读光谱仪。

### 3.4

**看谱镜 spectroscopy**

直接用眼睛观测谱线强度，用于定性或半定量分析的光谱分析仪器。有固定式和便携式两种，常用于金属与合金的分类、验证等。

### 3.5

#### 直读光谱仪 direct reading spectrometer

由光电倍增管或 CCD 检测器检测出谱线，以电信号或含量读数的形式显示，用于快速定量分析的光谱分析仪器，可提高金属与合金成分的分析速度和分析准确度。分为多道直读光谱仪、单道扫描光谱仪和全谱直读光谱仪三种。

### 3.6

#### 定性分析 qualitative spectral analysis

根据谱线识别被检材料中事先指定的元素是否存在，但不能确定其含量的分析方法。电力设备金属构件合金成分定性分析常采用看谱法。

### 3.7

#### 半定量分析 semi quantitative spectral analysis

利用谱线亮度（强度）与元素含量的函数关系，粗略地确定被检材料中某种成分大致含量的分析方法，其误差一般在 70%~130% 之间。电力设备金属构件合金成分半定量分析常采用看谱法和直读光谱法。

### 3.8

#### 定量分析 quantitative spectral analysis

根据谱线强度，准确地测定被检材料中某种成分含量的分析方法。基本关系式为： $I=aC^b$ ，式中  $I$  为谱线强度， $C$  为元素含量， $a$ 、 $b$  为常数。电力设备金属构件合金成分定量分析常采用直读光谱法。

### 3.9

#### 标准物质 standard sample

简称标样或标钢，其成分和性能为国家授予的权威性标准化机构所确认的一种参考物质。

## 4 仪器设备

### 4.1 安全性能

光谱仪的绝缘电阻应大于 20MΩ，其电源进线端与机壳间承受 50Hz、1500V 交流电压，历时 1min，应无飞弧或击穿现象。

### 4.2 看谱镜

4.2.1 看谱镜的激发光源应有电弧、火花模式可选，电极应可更换。

4.2.2 看谱镜的波长范围应覆盖 400nm~700nm 区域。

4.2.3 采用交流电弧，电流 3A~5A，用纯铜圆盘电极激发低合金钢标准物质（GBW 01328~GBW 01333），看谱镜的谱线质量应达到：

a) 全谱面在 4/5 范围应能清晰分辨下列锰（Mn）、铁（Fe）谱线对：

1) 棱镜类看谱镜：Mn 476.59 和 476.64、Fe 487.13nm 和 487.21、Fe 613.66 和 613.77；

2) 光栅类看谱镜：Mn 476.59 和 476.64、Fe 498.26nm 和 498.33、Fe 507.92 和 507.98。

b) 目视可见 0.04% 钒（V，波长 437.92nm）和 0.25% 硅（Si，波长 634.70nm）谱线。

### 4.3 直读光谱仪

4.3.1 直读光谱仪的构成及要求应符合 GB/T 14203 及 JJG 768 相关条款的规定。

4.3.2 直读光谱仪的激发电源应有可自动转换的电弧、火花模式，电极应可更换，光路应可自动校准。

4.3.3 台式、移动式直读光谱仪应能检测铁（Fe）、镍（Ni）、铜（Cu）、铝（Al）、钛（Ti）等五种基体材料中的合金元素〔至少包含铁（Fe）、锰（Mn）、铬（Cr）、钼（Mo）、钒（V）、镍（Ni）、钨（W）、铌（Nb）、锆（Zr）、钴（Co）、铜（Cu）、铝（Al）、钛（Ti）、碳（C）、硅（Si）、硫（S）、磷（P）、硼（B）等〕，应能自动识别被检材料的基体、自动选择分析程序。

4.3.4 便携式直读光谱仪应能检测铁、镍、铜、铝、钛等五种基体材料中的合金元素〔至少包含铁（Fe）、



锰 (Mn)、铬 (Cr)、钼 (Mo)、钒 (V)、镍 (Ni)、钨 (W)、铌 (Nb)、铜 (Cu)、铝 (Al)、钛 (Ti) 等]。

4.3.5 直读光谱仪的波长范围应覆盖 200nm~500nm (真空 180nm~500nm) 区域。

4.3.6 直读光谱仪的光栅刻线数可在 2400 条/mm~3000 条/mm 范围内选择。

4.3.7 直读光谱仪的波长示值误差、检出限、重复性、稳定性应符合 JJG 768 相关条款的规定。

#### 4.4 仪器选择

4.4.1 在施工现场进行光谱分析, 当材料批量大并且合金成分易于甄别时, 可选用看谱镜; 当材料批量小时, 宜选用便携式直读光谱仪。

4.4.2 在实验室内进行光谱分析, 宜选用台式直读光谱仪。

4.4.3 重要部件 (如锅炉锅筒、蒸汽管道、高温紧固件、汽轮机转子等) 的光谱分析, 宜选用便携式或移动式直读光谱仪。

4.4.4 已用看谱镜分析, 但对分析结果存在怀疑的, 应选用直读光谱仪复核。

4.4.5 在分析前就能预见到用看谱镜分析难于甄别金属材料牌号的, 应选用直读光谱仪进行分析。

#### 4.5 仪器使用与维护

4.5.1 光谱仪应注意防潮防尘, 使用中应轻拿轻放, 搬运过程中应避免震动和撞击。

4.5.2 使用交流 220V 供电的光谱仪, 应有可靠的接地线。

4.5.3 使用裸露激发电极的看谱镜, 分析人员应穿绝缘鞋、戴绝缘手套; 工作中, 宜设专人监护。

4.5.4 应及时清理或更换受到污染的激发电极, 清理或更换电极时, 应确保光谱仪电源已切断、激发电极已得到充分冷却。

4.5.5 工作中应保持看谱镜的保护玻璃和目镜清洁, 工作完毕应及时盖好目镜。

### 5 光谱分析人员

#### 5.1 光谱分析人员专业资格

光谱分析人员应按 DL/T 931 相关条款的规定, 取得电力行业理化检验人员光谱分析资格证, 从事与该等级相应的分析工作, 并承担相应的技术责任。

#### 5.2 光谱分析人员身体要求

光谱分析人员应无色盲, 无色弱, 矫正视力在 4.8 以上 (视力测定依据 GB 11533, 采用 5 分记录值)。

#### 5.3 光谱分析人员其他要求

从事光谱分析工作的人员, 应掌握相关安全防护知识。

#### 5.4 高级光谱分析人员

5.4.1 掌握电力设备常用金属材料的合金成分、性能和用途。

5.4.2 能根据光谱分析项目编制或修订分析技术条件和分析方案。

5.4.3 熟悉看谱镜和直读光谱仪的工作原理, 能够正确进行日常维护并排除一般故障。

5.4.4 能用看谱镜做常用合金元素的半定量分析, 用直读光谱仪做常用合金元素的定量分析。

5.4.5 具有排除可能影响分析结果准确性的各种因素的能力。

5.4.6 参加并指导光谱分析工作, 解决分析工作中的复杂或疑难问题; 审核和签发分析报告, 并对分析结果负责。

#### 5.5 普通光谱分析人员

5.5.1 熟悉电力设备常用金属材料的合金成分和用途。

5.5.2 了解分析条件 (如激发模式、燃弧时间等) 和环境条件对分析结果的影响。

5.5.3 能按说明书熟练操作看谱镜和直读光谱仪, 具有一定的仪器维护知识。

5.5.4 能用看谱镜做主要合金元素的定性分析, 用直读光谱仪做常用合金元素的定量分析。

## 6 光谱分析

### 6.1 分析前的准备

- 6.1.1 了解被检部件的名称、材料牌号、热处理状态、规格和用途等。
- 6.1.2 检查被检材料和环境是否存在影响分析结果的因素（如镀层、油漆、油污、氧化层、光线、风速等），并采取必要的防范措施。
- 6.1.3 根据委托方的检验要求和被检材料的情况，编制分析方案，确定分析条件（如激发光源、电极等）。
- 6.1.4 对于管道、大型构件或结构复杂的零部件，应绘制分析位置图，并在图上做好分析标记。
- 6.1.5 对于有特殊要求的被检材料，应要求委托方预先确定好分析位置，以免分析前打磨或分析时引弧破坏被检材料的几何精度或特殊表层。
- 6.1.6 在潮湿的环境或在金属容器内进行光谱分析，宜使用电池供电的便携式光谱仪。
- 6.1.7 应拒绝接受违反安全操作规程和不符合分析条件的工作。

### 6.2 被检材料处理

- 6.2.1 进行看谱分析时，被检材料的分析面应符合看谱镜操作说明书的要求。
- 6.2.2 进行直读光谱分析时，应选择被检材料的平整面做为分析面，分析面应符合直读光谱仪操作说明书的要求。
- 6.2.3 分析铁基、镍基、钴基和钛基材料，分析面可用砂轮机或砂纸打磨处理。
- 6.2.4 分析铁基、镍基和钛基材料中铝元素时，分析面不应使用含铝的磨料（如氧化铝）打磨处理。
- 6.2.5 分析铁基、镍基和钛基材料中硅元素时，分析面不应使用硅砂轮或硅磨料打磨处理。
- 6.2.6 分析铁基、镍基和钛基材料中碳元素时，分析面不应使用含碳的磨料（如碳化硅）打磨处理。
- 6.2.7 分析铜基、铝基材料，分析面不宜用砂轮机打磨，宜用车床或铣床加工处理，车铣时可用工业纯乙醇冷却、润滑，不允许用其他冷却液、润滑剂。
- 6.2.8 被检材料经加工处理后，分析面应露出金属光泽，肉眼检查不得有裂纹、疏松、腐蚀、氧化、油污等。
- 6.2.9 定量分析时，不应用手触摸被检材料的分析面。

### 6.3 一般要求

- 6.3.1 应严格保持分析时的工作条件（如电源、电流、电极间距、预燃时间等）与分析标志（图谱、曲线）规定的工作条件相一致。
- 6.3.2 甄别施工现场金属材料的合金成分，宜做半定量分析（或定性分析）。对未知牌号的被检材料进行验证，在被检材料条件和环境条件符合要求的情况下，应做定量分析。
- 6.3.3 分析易激发元素〔如铁（Fe）、锰（Mn）、铬（Cr）、钼（Mo）、钒（V）、镍（Ni）、钨（W）、钛（Ti）、铜（Cu）、铝（Al）等〕宜用电弧光源，分析难激发元素〔如碳（C）、硅（Si）、硫（S）、磷（P）等〕宜用低压火花光源。
- 6.3.4 对大型工件、铸件及容易产生成分偏析的部件，应在其一定距离范围内进行多点、多次分析。
- 6.3.5 对于易产生裂纹的高合金钢材料（如 T91/P91、T92/P92 等）或刚性大的金属部件（如锅筒、联箱等），分析后应及时用砂轮（或砂布）磨去燃弧斑点。
- 6.3.6 不应在待检的金属材料上调整光谱仪。
- 6.3.7 对薄小零部件，应注意燃弧部位及燃弧时间可能对精度或性能造成的影响。
- 6.3.8 仪器处于激发状态时，不应关闭电源开关、转换“电弧 / 火花”开关和触摸电极。
- 6.3.9 雨天不应在野外进行光谱分析工作；大风天在野外进行光谱分析工作时，应采取有效的防止电弧吹偏措施。
- 6.3.10 在露天场所进行光谱分析工作时，应避免强烈阳光直接照射被检部件的分析面。
- 6.3.11 在有易燃易爆物品的工作环境工作，应采取相应的防护措施。
- 6.3.12 工作中不应触摸电极架、不应直视弧光。



## 6.4 看谱镜光谱分析

6.4.1 分析黑色金属基体材料宜选用纯铁电极，分析有色金属基体材料宜选用纯铜电极；半定量分析宜选用棒状电极，定性分析或批量分析宜选用圆盘状电极。

6.4.2 分析时应保持电弧稳定和充分的预燃时间，应经常检查电极间隙大小和光源位置是否正常。

6.4.3 分析线、比较线可在人眼灵敏度较高的绿色区或附近色区内选择，不应在两种颜色的交界处选择，所选择的分析线、比较线应有足够的亮度和稳定性。

6.4.4 定性分析可通过观察谱线中是否存在两条以上不受干扰的最后线与灵敏线来判定。

6.4.5 现场看谱分析时，应先分析合金元素含量低的零部件，避免因污染造成误判。

6.4.6 应先对谱线范围内的合金元素逐个进行定性分析后再进行半定量分析。

6.4.7 半定量分析应充分考虑被测元素以外的第三元素影响，应了解可能改变光谱图和干扰分析线的第三元素及其含量。

6.4.8 半定量分析的对比线组宜选用同一视场内相距较近的谱线，同时应选用灵敏度较高（即较少的含量变化就能引起较大的谱线强度变化）的线组，不宜选用闪耀线和扩散线。

6.4.9 半定量分析时，合金元素含量线组的选择应由低到高，应在确认两组以上分析线组的含量值接近后才可确定半定量分析结果。

6.4.10 当元素的分析值明显低于被检材料牌号规定的含量范围，则可不把该元素当做有意添加的合金元素，该元素可不记录。

6.4.11 看谱分析时，人、机不应长时间连续工作，宜工作 10min，休息 10min。

## 6.5 直读光谱仪光谱分析

6.5.1 应定期对直读光谱仪进行曲线漂移校正，校正可按仪器操作说明书规定进行。当分析条件和环境条件发生改变时，分析前应重新进行一次曲线漂移校正。

6.5.2 分析前应检查光谱仪的入射狭缝、光路透镜、电极状况、氩气纯度及压力是否正常。

6.5.3 应注意被检材料热处理状态可能对分析结果产生的影响。

6.5.4 分析时应保持被检材料与标准物质的分析条件、环境条件严格一致。

6.5.5 分析成分均匀的被检材料，应至少激发测定 3 次，取其平均值作为分析结果，分析结果宜用百分含量表示（分析成分不均匀的被检材料应执行本标准的 6.3.4 款）。

6.5.6 直读光谱仪的操作及定量分析应符合 GB/T 14203 相关条款的规定。

6.5.7 碳素钢和中低合金钢定量分析的分析条件和分析步骤宜执行 GB/T 4336 的相关条款。

6.5.8 不锈钢定量分析的分析条件和分析步骤宜执行 GB/T 11170 的相关条款。

6.5.9 铝及铝合金定量分析的分析条件和分析步骤宜执行 GB/T 7999 的相关条款。

6.5.10 选择直读光谱分析用的标准物质，应确保其含量至少大于被分析元素的含量范围，以保证工作曲线的可靠性。

6.5.11 当元素的分析值超出被检材料牌号规定的含量范围或超出标准物质的含量范围时，应在同一条件下用稍高含量的标准物质对光谱仪进行复核（或用更高精度等级的光谱仪对该元素进行复核）。

6.5.12 不宜用直读光谱分析法代替普通化学分析法对合金成分进行仲裁。

## 7 分析报告

光谱分析报告应包括以下内容：

- a) 工程名称、部件名称；
- b) 材料牌号、热处理状态、规格及数量；
- c) 执行标准、验收规范；
- d) 仪器型号、分析条件、环境条件；
- e) 分析位置及标记；



**DL/T 991 — 2006**

- f) 分析级别、分析结果及评定;
- g) 分析人员、审核人员及签名;
- h) 检验机构、检验日期;
- i) 报告编号。

表 A.1 蒸汽管道和锅炉受热面管子常用金属材料化学成分

钢 号	化学成分 (%)														
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	B	W	Ni	Al	Nb	其他 元素	S	P
20G GB 5310—1995	0.17~ 0.24	0.35~ 0.65	0.17~ 0.37											≤0.030	≤0.030
ST45.8 宝钢技术条件	≤0.21	0.40~ 1.20	0.10~ 0.35											≤0.035	≤0.035
20MnG GB 5310—1995	0.17~ 0.24	0.70~ 1.00	0.17~ 0.37											≤0.030	≤0.030
25MnG GB 5310—1995	0.22~ 0.30	0.70~ 1.00	0.17~ 0.37											≤0.030	≤0.030
15MoG GB 5310—1995	0.12~ 0.20	0.40~ 0.80	0.17~ 0.37		0.25~ 0.35									≤0.030	≤0.030
20MoG GB 5310—1995	0.15~ 0.25	0.40~ 0.80	0.17~ 0.37		0.44~ 0.65									≤0.030	≤0.030
12CrMoG GB 5310—1995	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.40~ 0.55									≤0.030	≤0.030
15CrMoG GB 5310—1995	0.12~ 0.18	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.80~ 1.10	0.40~ 0.55									≤0.030	≤0.030
12Cr2MoG GB 5310—1995	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	≤0.50	2.00~ 2.50	0.90~ 1.20									≤0.030	≤0.030

表 A.1 (续)

钢 号	化学成分 (%)												
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	B	W	Ni	Al	Nb	其他 元素
12CrMoV GB 3077—1988	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.30~ 0.60	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30							≤0.035
12Cr1MoVG GB 5310—1995	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30							≤0.030
15Cr1Mo1V YB 6—1959	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.90~ 1.20	1.00~ 1.20	0.15~ 0.25							≤0.035
12MoVWB5X1 GB 5310—1985	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	0.60~ 0.90		0.45~ 0.65	0.30~ 0.50	加入量 0.06	加入量 电炉 0.008 平炉 0.010	0.15~ 0.40	Xt 加入量 0.15			≤0.040
12Cr2MoWVTiB (102) GB 5310—1995	0.08~ 0.15	0.45~ 0.65	0.45~ 0.75	1.60~ 2.10	0.50~ 0.65	0.28~ 0.42	0.08~ 0.18	0.002~ 0.008	0.30~ 0.55				≤0.030
12Cr3MoVSiTiB GB 5310—1995	0.09~ 0.15	0.50~ 0.80	0.60~ 0.90	2.50~ 3.00	1.00~ 1.20	0.25~ 0.35	0.22~ 0.38	0.005~ 0.011					≤0.030
10Cr9Mo1VNb (T91/P91) GB 5310—1995	0.08~ 0.12	0.30~ 0.60	0.20~ 0.50	8.00~ 9.50	0.85~ 1.05	0.18~ 0.25				≤0.40	≤0.040	0.06~ 0.10	N0.030~ 0.070
10CrMo910 DIN 17155— 1983	0.06~ 0.15	0.40~ 0.70	≤0.50	2.00~2.50	0.90~ 1.10								≤0.030
X20CrMoV121 (F12) DIN 17155— 1983	0.17~ 0.23	≤1.00	≤0.50	10.00~ 12.50	0.80~ 1.20	0.25~ 0.35				0.30~ 0.80			≤0.030



表 A.1 (续)

钢 号	化学成分 (%)												
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	B	W	Ni	Al	Nb	其他 元素
A106B ASTMA335	≤0.30	0.29~ 1.06	≤0.10										≤0.058
A106C ASTMA335	≤0.35	0.29~ 1.06	≤0.10										≤0.048
A335P11 ASTMA335	≤0.15	0.30~ 0.60	0.50~ 1.00	1.00~ 1.50	0.44~ 0.65								≤0.030
A335P12 ASTMA335	≤0.30	0.30~ 0.61	≤0.50	0.80~ 1.25	0.44~ 0.65								≤0.045
A335P22 ASTMA335	≤0.15	0.30~ 0.60	≤0.50	1.90~2.60	0.87~ 1.13								≤0.030
15NiCuMoNb5 (WB36) B-No.611 1988	0.10~ 0.17	0.80~ 1.20	0.25~ 0.50	≤0.030	0.25~ 0.50				Cu 0.50~ 0.80	1.00~ 1.30	≤0.050	0.015~ 0.045	N≤0.020
10Cr5MoWVTiB (G106) 首钢技术条件	0.07~ 0.12	0.45~ 0.75	0.40~ 0.70	4.50~ 6.00	0.48~ 0.65	0.20~ 0.33	0.16~ 0.24	0.008~ 0.014	0.20~ 0.40				≤0.030
1Cr9Mo1 (X12CrMo91) 德国曼内 斯曼钢厂 材料规范	≤0.15	0.30~ 0.60	0.25~ 1.00	8.00~ 10.00	0.90~ 1.10								≤0.030

表 A.1 (续)

钢 号	化学成分 (%)												
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	B	W	Ni	Al	Nb	其他 元素
1Cr9Mo2 (HCM9M) 日本住友 技术条件	≤0.08	0.30~ 0.70	≤0.50	8.00~ 10.00	1.80~ 2.20								≤0.030
1Mn17Cr7MoV NbBZr (17—7MoV)	0.05~ 0.12	17.00~ 19.00	0.50~ 0.80	7.00~ 9.00	0.80~ 1.10	0.25~ 0.45			0.005~ 0.012		Zr 0.08	0.30~ 0.50	≤0.035
1Cr18Ni9 GB 5310—1995	≤0.15	≤2.00	≤1.00	17.00~ 19.00						8.00~ 10.00			≤0.035
1Cr19Ni9 GB 5310—1995	0.04~ 0.10	≤2.00	≤1.00	18.00~ 20.00						8.00~ 11.00			≤0.035
1Cr18Ni9Ti GB 1220—1992	≤0.12	≤2.00	≤1.00	17.00~ 19.00			5× (C%-0.02) ~0.8			8.00~ 11.00			≤0.035
TP316 ASME SA—213	≤0.08	≤2.00	≤0.75	16.0~ 18.0	2.00~ 3.00					11.0~ 14.0			≤0.040
TP321 ASME SA—213	≤0.08	≤2.00	≤0.75	17.0~ 20.0			≥5×C% ~0.6			9.00~ 13.0			≤0.040
T23(HCM2S) ASME SA—213	0.04~ 0.10	0.10~ 0.60	≤0.50	1.90~ 2.60	0.05~ 0.30	0.20~ 0.30		0.0005~ 0.006	1.45~ 1.75		≤0.030	0.02~ 0.08	≤0.03

表 A.1 (续)

钢 号	化学成分 (%)														
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	B	W	Ni	Al	Nb	其他 元素	S	P
T92(NF616) ASME SA—213	0.07~ 0.13	0.30~ 0.60	≤0.50	8.50~ 9.50	0.30~ 0.60	0.15~ 0.25		0.001~ 0.006	1.5~2.00	≤0.40	≤0.04	0.04~ 0.09	N 0.03~ 0.07	≤0.010	≤0.020
T122(HCM12A) ASME SA—213	0.07~ 0.14	≤0.07	≤0.50	10.00~ 12.50	0.25~ 0.60	0.15~ 0.30		0.0005~ 0.006	1.50~ 2.50	≤0.50	≤0.040	0.04~ 0.10	N 0.040~ 0.100 Cu 0.30~ 1.70	≤0.010	≤0.020
TP304H ASME SA—213	0.04~ 0.10	≤2.00	≤0.75	18.00~ 20.00						8.00~ 11.00				≤0.030	≤0.040
TP347H ASME SA—213	0.04~ 0.10	≤2.00	≤0.75	17.0~ 20.0						9.00~ 13.00		Nb+Ta≥ 8×C%~ 1.00		≤0.030	≤0.040
TP347 HFG ASME SA—213	0.06~ 0.10	≤2.00	≤0.75	17.0~ 20.0						9.00~ 13.00		Nb+Ta≥ 8×C%~ 1.00		≤0.030	≤0.040
TP310HNbN (HR3C) ASME SA—213	0.04~ 0.10	≤2.00	≤0.75	24.00~ 26.00						17.00~ 23.00		Nb+Ta 0.20~ 0.60	N 0.15~ 0.35	≤0.030	≤0.030



表 A.2 锅炉锅筒常用金属材料化学成分

钢 号		化学成分 ( % )													
		C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	Ni	Cu	Al	Cr+Ni+ Cu	Nb	S	P
SB49 JIS G3103	板厚<25mm	<0.31	<0.90	0.15~ 0.30										≤0.040	≤0.035
	板厚 25mm~50mm	<0.33													
	板厚 50mm~200mm	<0.35													
11474 CSN411474		≤0.22	≥0.70	≤0.35	≥0.03				≤0.30				≤0.70	≤0.04	≤0.035
12Mng GB 713—1986		≤0.16	1.10~ 1.50	0.20~ 0.60										≤0.035	≤0.035
16Mng GB 713—1986		0.12~ 0.22	1.20~ 1.60	0.20~ 0.60										≤0.035	≤0.035
19Mn6 宝钢技术条件		0.15~ 0.22	1.00~ 1.60	0.30~ 0.60	≤0.15	≤0.10	≤0.03	≤0.03	≤0.15	≤0.15	0.02			≤0.03	≤0.035
A299 ASTMA 299—1986	板厚≤25.4mm	≤0.28	0.84~ 1.52	0.13~ 0.45										≤0.040	≤0.035
	板厚≥25.4mm	≤0.30	0.84~ 1.62	0.13~ 0.45										≤0.040	≤0.035
15MnVg GB 713—1986		0.10~ 0.18	1.20~ 1.60	0.20~ 0.60			0.04~ 0.12							≤0.035	≤0.035

表 A.2 (续)

钢 号	化学成分（％）													
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	Ni	Cu	Al	Cr+Ni+ Cu	Nb	S	P
BHW35 梯森钢铁公司材料规范 454 1980 年 5 月	≤0.15	1.00~ 1.60	0.10~ 0.50	0.20~ 0.40	0.20~ 0.40			0.60~ 1.00				0.01	≤0.025	≤0.025
13MnNiMoNb	≤0.16	1.00~ 1.60	0.10~ 0.50	0.20~ 0.40	0.20~ 0.40			0.70~ 1.10				0.005~ 0.022	≤0.025	≤0.025
16Г HM OCT108030118—1978	0.12~ 0.20	0.7~ 0.9	0.17~ 0.37	≤0.30	0.4~ 0.55			1.0~1.5					≤0.040	≤0.035
14MnMoVg GB 713—1986	0.10~ 0.18	1.20~ 1.60	0.20~ 0.50		0.40~ 0.65	0.05~ 0.15							≤0.035	≤0.035
18MnMoNb <sub>g</sub> GB 713—1986	0.17~ 0.23	1.35~ 1.65	0.17~ 0.37		0.45~ 0.65							0.025~ 0.050	≤0.035	≤0.035
18MnMoNbR GB 6654—1986	≤0.23	1.35~ 1.65	0.17~ 0.37		0.45~ 0.65							0.025~ 0.050	≤0.035	≤0.035
18MnMoNb JB 1270—1985	0.16~ 0.22	1.20~ 1.50	0.20~ 0.40		0.45~ 0.60							0.020~ 0.045	≤0.030	≤0.030
18MnMoNb JB 1271—1985	0.16~ 0.22	1.20~ 1.50	0.20~ 0.40		0.45~ 0.60							0.020~ 0.045	≤0.030	≤0.030

表 A.3 锅炉受热面吊挂和吹灰器常用金属材料化学成分

钢 号	化学成分 (%)										
	C	Mn	Si	Al	Ti	Ni	Cr	Mo	N	S	P
1Cr5Mo GB 1221—1992	≤0.15	≤0.60	≤0.50			≤0.60	4.00~6.00	0.45~0.60		≤0.030	≤0.035
1Cr6Si2Mo GB 1221—1975	≤0.15	≤0.70	1.50~2.00			≤0.60	5.00~6.50	0.45~0.60		≤0.030	≤0.035
4Cr9Si2 GB 1221—1992	0.35~0.50	≤0.70	2.00~3.00			≤0.60	8.00~10.00			≤0.030	≤0.035
1Cr25Ti GB 1220—1975	≤0.12	≤0.80	≤0.80		5×C%~ 0.80		24.00~27.00			≤0.030	≤0.035
1Cr20Ni14Si2 GB 1221—1992	≤0.20	≤1.50	1.50~2.50			12.00~15.00	19.00~22.00			≤0.030	≤0.035
1Cr25Ni20Si2 GB 1221—1992	≤0.20	≤1.50	1.50~2.50			18.00~21.00	18.00~21.00			≤0.030	≤0.035
3Cr18Mn12Si2N GB 1221—1992	0.22~0.30	10.50~12.50	1.40~2.20				17.00~19.00		0.22~0.33	≤0.030	≤0.060
2Cr20Mn9Ni2Si2N GB 1221—1992	0.17~0.26	8.50~11.00	1.80~2.70			2.00~3.00	18.00~21.00		0.20~0.30	≤0.030	≤0.060
2Mn18Al5SiMoTi YB/Z 8—1975	0.20~0.30	17.00~19.00	0.80~1.30	4.30~5.30	0.07~0.17	≤0.60		0.60~1.00		≤0.030	≤0.040



表 A.4 锅炉构架常用金属材料化学成分

钢 号		化学成分 (%)										
		C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Al	Nb	Cu	V
Q235 GB 700—1988	Q235A 级(A3)	0.14~0.22	0.30~0.65	≤0.30	≤0.050	≤0.045						
	Q235B 级	0.12~0.20	0.30~0.70	≤0.30	≤0.045	≤0.45						
	Q235C 级	≤0.18	0.35~0.80	≤0.30	≤0.040	≤0.040						
	Q235D 级	≤0.17	0.35~0.80	≤0.30	≤0.035	≤0.035						
18Nb GB 1591—1979		0.14~0.22	0.40~0.65	≤0.17	≤0.050	≤0.045				0.015~ 0.050		
	16Mn GB 1591—1988	0.12~0.20	1.20~1.60	0.20~0.55	≤0.045	≤0.045						
11523 CSN41 1523+a		≤0.20	≤1.60	≤0.55	≤0.045	≤0.050		≤0.60	≥0.0015			
	板厚<50mm 板厚 50mm~100mm	0.18 0.20	<1.50	<0.55	<0.040	<0.040						
15MnV	GB1591—1988	0.12~0.18	1.20~1.60	0.20~0.55	≤0.045	≤0.045						0.04~0.12
	YB529—1970	0.12~0.18	1.20~1.60	0.20~0.60	≤0.040	≤0.040						0.04~0.12
SM41B	板厚<50mm	<0.20	0.60~1.20	<0.35	<0.040	<0.040						
	板厚 50mm~100mm	<0.22	0.60~1.20	<0.35	<0.040	<0.040						
SM53C	板厚<50mm	<0.20	<1.50	<0.55	<0.040	<0.040						
ASTM—A36	型钢	0.26			<0.05	<0.04						
	板厚≤19mm	0.25			<0.05	<0.04						
	板厚 19mm~38mm	0.25	0.80~1.20		<0.05	<0.04						
	板厚 38mm~64mm	0.26	0.80~1.20	0.15~0.40	<0.05	<0.04						
	板厚 64mm~102mm	0.27	0.80~1.20	0.15~0.40	<0.05	<0.04						
	板厚>102mm	0.29	0.80~1.20	0.15~0.40	<0.05	<0.04						

表 A.5 汽轮机转子、主轴与叶轮常用金属材料化学成分

钢 号	化学成分 (%)											
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Al	W
40Cr GB/T 3077—1988	0.37~ 0.44	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	≤0.025	≤0.025	≤0.30	0.80~ 1.10			≤0.25		
17CrMo1V	0.12~ 0.20	0.30~ 0.50	0.60~ 1.00	≤0.030	≤0.030		0.30~ 0.45	0.70~ 0.90	0.30~ 0.40			
35CrMoVA GB/T 3077—1988	0.30~ 0.38	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	≤0.025	≤0.025	≤0.30	1.00~ 1.30	0.20~ 0.30	0.10~ 0.20	≤0.25		
30Cr1Mo1VE JB/T 1265—1993	0.27~ 0.34	0.17~ 0.37	0.70~ 1.00	≤0.012	≤0.012	≤0.50	1.05~ 1.35	1.00~ 1.30	0.21~ 0.29	≤0.15	≤0.010	
30Cr2MoV(27Cr2MoV) JB/T 1265—1993	0.22~ 0.32	0.30~ 0.50	0.50~ 0.80	≤0.018	≤0.015	≤0.30	1.50~ 1.80	0.60~ 0.80	0.20~ 0.30	≤0.20		
28CrNiMoVE JB/T 1265—1993	0.25~ 0.30	≤0.30	0.30~ 0.80	≤0.012	≤0.012	0.50~ 0.75	1.10~ 1.40	0.80~ 1.00	0.25~ 0.35	≤0.20	≤0.010	
25Cr2NiMoV SQB40.32	0.22~ 0.28	0.15~ 0.35	0.70~ 0.90	≤0.015	≤0.015	1.00~ 1.20	1.70~ 2.00	0.75~ 0.95	0.03~ 0.09	≤0.20		
30Cr2Ni4MoV JB/T 1265—1993	≤0.35	0.17~ 0.37	0.20~ 0.40	≤0.012	≤0.035	3.25~ 3.75	1.50~ 2.00	0.30~ 0.60	0.07~ 0.15	≤0.20	≤0.015	
20Cr3MoWV GB/T 3077—1988	0.17~ 0.24	0.17~ 0.37	0.30~ 0.60	≤0.025	≤0.025	≤0.30	2.60~ 3.00	0.35~ 0.50	0.70~ 0.90			0.30~ 0.60
33Cr3MoWV	0.30~ 0.38	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	≤0.030	≤0.035		2.40~ 3.30	0.35~ 0.55	0.15~ 0.25			0.30~ 0.50
	0.28~ 0.36	0.17~ 0.37	0.60~ 0.90	≤0.030	≤0.035		2.40~ 3.30	0.35~ 0.55	0.15~ 0.25			0.30~ 0.50
18CrMnMoB Q/ZB 61—1973	0.17~ 0.23	0.20~ 0.40	1.20~ 1.50	≤0.030	≤0.030		1.50~ 1.80	0.45~ 0.55				0.0010~ 0.0035

表 A.6 汽轮机与燃气轮机叶片常用金属材料化学成分

钢 号	化学成分 (%)														
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	W	Cu	N	Nb	B	Al
20CrMo GB 3077—1988	0.17~ 0.24	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	≤ 0.035	≤ 0.035	≤0.30	0.80~ 1.10	0.15~ 0.25							
24CrMoV YB 6—1971	0.20~ 0.28	0.20~ 0.40	0.30~ 0.60	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.35	1.20~ 1.50	0.50~ 0.60	0.15~ 0.30		≤0.25				
25Mn2V YB 6—1971	0.22~ 0.29	0.20~ 0.40	1.80~ 2.10	≤ 0.035	≤0.030	≤0.35	≤0.35		0.10~ 0.20		≤0.25				
1Cr12 GB 1220—1992	≤0.15	≤0.50	≤1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.60	11.50~ 13.00								
1Cr12Mo GB 1221—1992	0.10~ 0.15	≤0.50	0.30~ 0.50	≤ 0.035	≤ 0.030	0.30~ 0.60	11.50~ 13.00	0.30~ 0.60			≤0.30				
0Cr13 GB 1220—1992	≤0.08	≤1.00	≤1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.60	11.50~ 13.00								
1Cr13 GB 1221—1992	≤0.15	≤1.00	≤1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.60	11.50~ 13.00								
1Cr13Mo GB 1221—1992	0.08~ 0.18	≤0.60	≤1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.60	11.50~ 14.00				≤0.30				
2Cr13 GB 1221—1992	0.16~ 0.25	≤1.00	≤1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.60	12.00~ 14.00								
1Cr11MoV GB 1221—1992	0.11~ 0.18	≤0.50	≤0.60	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.60	10.00~ 11.50	0.50~ 0.70	0.25~ 0.40						
1Cr12WMoV (Э И802) GB 1221—1992	0.12~ 0.18	≤0.50	0.50~ 0.90	≤ 0.035	≤ 0.030	0.40~ 0.80	11.00~ 13.00	0.50~ 0.70	0.18~ 0.30	0.70~ 1.10					
1Cr17Ni2 GB 1221—1992	0.11~ 0.17	≤0.80	≤0.80	≤ 0.035	≤ 0.030	1.50~ 2.50	16.00~ 18.00								
2Cr12MoVNbN GB 1221—1992	0.15~ 0.20	≤0.50	0.50~ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	≤0.60	10.00~ 13.00	0.30~ 0.90	0.10~ 0.40			0.05~ 0.10	0.20~ 0.60		



表 A.6 (续)

钢 号	化学成分 (%)													
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	W	Cu	N	Nb	B
2Cr12NiMoWV (C-422) GB 1221—1992	0.20~ 0.25	≤0.50	0.50~ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	0.50~ 1.00	11.00~ 13.00	0.75~ 1.25	0.20~ 0.40	0.70~ 1.25				
2Cr12WMoVNbB (3 Y 993) YB/Z 8—1975	0.15~ 0.22	≤0.50	≤0.50	≤ 0.030	≤ 0.025	0.60	11.00~ 13.00	0.40~ 0.60	0.15~ 0.30	0.40~ 0.70			0.20~ 0.40	≤0.003
2Cr12Ni2WMoV	≤0.24	≤0.50	0.40~ 0.80	≤ 0.030	≤ 0.030	2.00~ 2.60	10.50~ 12.50	1.00~ 1.40	0.15~ 0.30	1.00~ 1.40				
0Cr14Ni40W4Mo2Ti3 A12BZr(302 合金)	≤0.08	≤0.60	≤0.60	≤ 0.020	≤ 0.010	38.00~ 42.00	12.00~ 16.00	1.50~ 2.50		3.50~ 4.50				0.010
0Cr15Ni35W3Ti3AlB (3 Y 787)	≤0.08	≤0.60	≤0.60	≤ 0.020	≤ 0.010	33.00~ 37.00	14.00~ 16.00			2.00~ 4.00				0.030
0Cr17Ni4Cu4Nb (17-4PH) GB 1220—1992	≤0.07	≤1.00	≤1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	3.00~ 5.00	15.50~ 17.50				3.00~ 5.00		0.15~ 0.45	
1Cr14Ni8W2NbBCe (3 Y 726)	0.08~ 0.12	≤0.60	1.00~ 2.00	≤ 0.020	≤ 0.020	18.00~ 20.00	13.00~ 15.00			2.00~ 2.75			0.90~ 1.30	≤0.025
1Cr15Ni36W3Ti (3 Y 612) GB 1221—1992	≤0.12	≤0.80	1.00~ 2.00	≤ 0.030	≤ 0.030	34.00~ 38.00	14.00~ 16.00			2.80~ 3.20				
1Cr17Ni13W3Ti	0.10~ 0.15	≤0.60	0.50~ 0.80	≤ 0.030	≤ 0.030	12.50~ 14.00	15.00~ 16.50	≤0.15	≤0.15	2.50~ 3.00	≤0.25			
1Mn18Cr10MoVB (K9)	0.12~ 0.17	0.30~ 0.70	17.00~ 19.00	≤ 0.035	≤ 0.035		9.50~ 11.50	0.40~ 0.60	0.70~ 0.90					0.03

### 表 A.7 紧固件常用金属材料化学成分

钢 号		化学成分 (%)																		
		C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Ti	Co	W	Al	Nb	B	Fe	Mg	Zr
35 GB 699—1988	45 GB 699—1988	0.32~0.40	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25												
		0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25												
35SiMn GB 3077—1988	优质钢	0.32~0.40	1.10~1.40	1.10~1.40	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.30		≤0.30										
	高级优质钢	0.32~0.40	1.10~1.40	1.40	≤0.025	≤0.025	≤0.30	≤0.30		≤0.25										
35CrMo GB 3077—1988	优质钢	0.32~0.40	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.035	≤0.035	≤0.30	0.80~1.10	0.15~0.25		≤0.30									
	高级优质钢	0.32~0.40	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.035	≤0.035	≤0.30	0.80~1.10	0.15~0.25		≤0.25									
42CrMo GB 3077—1988	25Cr2MoV GB 3077—1988	0.38~0.45	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035		0.90~1.20	0.15~0.25											
		0.22~0.29	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.035	≤0.035	≤0.30	1.50~1.80	0.25~0.35	0.15~0.30	≤0.30									
25Cr2Mo1V GB 3077—1988	20Cr1Mo1V1	0.22~0.29	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.025	≤0.025	≤0.30	1.50~1.80	0.25~0.35	0.15~0.30	≤0.25									
		0.22~0.29	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.30	2.10~2.50	0.90~1.10	0.30~0.50	≤0.30									
20Cr1Mo1VTiB	20Cr1Mo1VNbTiB	0.17~0.23	0.40~0.60	0.40~0.65	≤0.030	≤0.030		0.90~1.30	0.75~1.00	0.45~0.65		0.16~0.28					加入量 ≤0.005			
		0.17~0.23	0.40~0.60	0.65	≤0.030	≤0.030		0.90~1.30	0.75~1.00	0.50~0.70		0.05~0.14				0.11~0.25	0.005			
2Cr12WMoVNbB YB/Z 8—1975	Refractaloy-26	0.15~0.22	≤0.50	≤0.50	≤0.025	≤0.030	≤0.60	11.00~13.00	0.40~0.60	0.15~0.30				0.40~0.70		0.20~0.40	≤0.003			
		≤0.08	≤1.50	≤1.00	≤0.030	≤0.030	35.00~39.00	16.00~20.00	2.50~3.50			2.50~3.00	18.00~22.00		≤0.25	0.001~0.01				
GH145		≤0.08	≤0.35	≤0.35	≤0.015	≤0.010	≥70	14.0~17.0			≤0.50	2.25~2.75	≤1.00		0.40~1.00	0.70~1.20	≤0.010	5.00~9.00	≤0.010	≤0.050

表 A.8 汽轮机、锅炉常用铸钢化学成分

钢 号	化学成分 (%)											备注
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Al	
ZG25 GB 5676—1985	≤0.30	≤0.50	≤0.90	≤0.040	≤0.040	≤0.30			≤0.30	≤0.30		
ZG35 GB 5676—1985	≤0.40	≤0.50	≤0.90	≤0.040	≤0.040	≤0.30			≤0.30	≤0.30		
ZG15Cr1Mo	≤0.22	≤0.65	0.46~0.84	≤0.035	≤0.030	0.95~1.55	0.43~0.67				≤0.025	
ZG20CrMo	0.15~0.25	0.20~0.45	0.50~0.80	≤0.040	≤0.040	0.50~0.80	0.40~0.60					
ZG22CrMo	≤0.27	≤0.62	≤0.74	≤0.040	≤0.040	0.35~0.75	0.38~0.62				≤0.025	
ZG15Cr2Mo1	≤0.20	≤0.62	0.36~0.74	≤0.040	≤0.040	1.95~2.80	0.88~1.22				≤0.025	
ZG15Cr1MoV JB 3285—1983 ZBK 54023—1988	0.12~0.20	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.030	≤0.030	1.20~1.70	0.90~1.20	0.25~0.40				
ZG20CrMoV ZBJ 98015—1989	0.18~0.25	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.030	≤0.030	0.90~1.20	0.50~0.70	0.20~0.30				
CŠ N 422712 捷克钢号	0.17~0.25	0.20~0.50	0.80~1.40	≤0.050	≤0.050	≤0.30			≤0.40	≤0.30		工作温度 可达 450℃
CŠ N 422743 捷克钢号	0.11~0.19	0.20~0.50	0.45~0.70	≤0.045	≤0.045	0.50~0.70	0.20~0.35	0.20~0.35	≤0.30			工作温度 可达 525℃
CŠ N 422744 捷克钢号	0.11~0.18	0.20~0.50	0.45~0.70	≤0.045	≤0.045	0.50~0.70	0.40~0.60	0.20~0.35	≤0.40			工作温度 可达 580℃
CŠ N 422745 捷克钢号	0.11~0.19	0.20~0.50	0.45~0.70	≤0.035	≤0.035	0.40~0.60	0.85~1.05	0.20~0.35	≤0.40			工作温度 可达 575℃

表 A.9 常用弹簧钢化学成分

钢 号	化学成分 (%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	W	V	Cu
65 GB 1222—1984	0.62~0.70	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25				≤0.25
70 GB 1222—1984	0.62~0.72	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25				≤0.25
85 GB 1222—1984	0.82~0.90	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25				≤0.25
65Mn GB 1222—1984	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25				≤0.25
55Si2Mn GB 1222—1984	0.52~0.60	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.35	≤0.35				≤0.25
60Si2Mn GB 1222—1984	0.56~0.64	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.35	≤0.35				≤0.25
		1.60~2.00		≤0.030	≤0.030						
60Si2CrA GB 1222—1984	0.56~0.64	1.40~1.80	0.40~0.70	≤0.030	≤0.030	0.70~1.00	≤0.35				≤0.25
55SiMnVB GB 1222—1984	0.52~0.60	0.70~1.00	1.00~1.30	≤0.035	≤0.035	≤0.35	≤0.35		B 0.0005~ 0.0035	0.08~0.016	≤0.25
50CrVA GB 1222—1984	0.46~0.54	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.030	≤0.030	0.80~1.10	≤0.35			0.10~0.20	≤0.25
30W4Cr2VA GB 1222—1984	0.26~0.34	0.17~0.37	≤0.40	≤0.030	≤0.030	2.00~2.50	≤0.35		4.00~4.50	0.50~0.80	≤0.25

表 A.9 (续)

钢 号	化学成分 (%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	W	V	Cu
45Cr1MoV	0.40~0.50	0.15~0.35	0.60~0.80	≤0.040	≤0.040	1.30~1.50		0.65~0.75		0.25~0.35	
3Cr13 GB 1220—1992	0.26~0.40	≤1.00	≤1.00	≤0.035	≤0.035	12.00~14.00	≤0.60				
4Cr13 GB 1220—1992	0.36~0.45	≤0.60	≤0.80	≤0.035	≤0.035	12.00~14.00	≤0.60				
1Cr15Ni36W3Ti GB 1221—1975	≤0.12	≤0.80	1.00~2.00	≤0.030	≤0.030	14.00~16.00	34.00~38.00		2.80~3.20	Ti 1.10~1.40	
0Cr17Ni7Al GB 1221—1992	≤0.09	≤1.00	≤1.00	≤0.035	≤0.030	16.00~18.00	6.50~7.75	Al 0.75~1.50			
Inconel X—750 因科乃尔合金	≤0.08	≤0.50	≤1.00		Fe 5.00~9.00	14.00~ 17.00	≥70.00	Nb 0.70~1.20	Ti 2.25~2.75	Al 0.40~1.00	≤0.50



中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
电力设备金属光谱分析技术导则  
DL/T 991 — 2006

\*

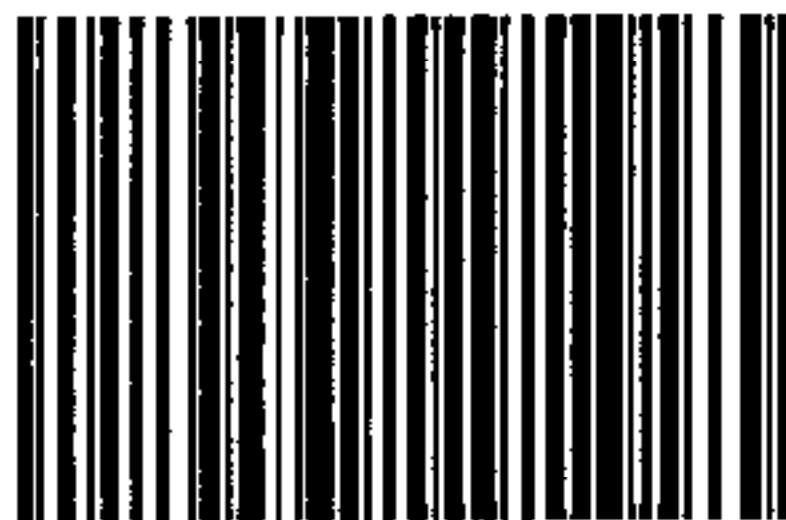
中国电力出版社出版、发行  
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)  
航远印刷有限公司印刷

\*

2006年9月第一版 2006年9月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 45千字  
印数0001—3000册

\*

版 权 专 有 翻 印 必 究  
(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



155083.1460

销售分类建议: 规程规范