

团 体 标 准

T/CSAE00—2018

汽车紧固件用耐热钢技术条件

Heat-resistant Steel Technical Specification For Automobile Fasteners

(报批稿)

2019-00-00 发布

2019-00-00 实施

中国汽车工程学会 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 | 2 |
| 4 汽车紧固件常用耐热钢通用要求 | 2 |
| 5 盘条技术要求 | 3 |
| 5.1 冶炼及轧制设备一般要求 | 3 |
| 5.2 检测要求 | 3 |
| 5.3 形状及尺寸要求 | 4 |
| 5.4 交货要求 | 5 |
| 6 钢丝技术要求 | 6 |
| 6.1 拉拔方法及成膜设备一般要求 | 6 |
| 6.2 检测要求 | 6 |
| 6.3 形状及尺寸要求 | 6 |
| 6.4 交货要求 | 7 |
| 7 特殊要求 | 7 |
| 8 其它 | 8 |
| 附录 | 8 |

前 言

本标准按照GB/T1.1—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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国汽车工程学会提出并归口。

本标准起草单位：泛亚汽车技术中心有限公司、东北特殊钢集团有限责任公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、宝山钢铁股份有限公司、舟山市 7412 工厂、上海大学、重庆长安汽车股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、南京钢铁股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司乘用车分公司、上汽大众汽车有限公司、一汽大众汽车有限公司、福特汽车工程研究（南京）有限公司、吉利汽车研究院、神龙汽车有限公司、北京汽车股份有限公司、东风汽车公司、众泰汽车股份有限公司、昆山贸盈金属有限公司，内德史罗夫紧固件(昆山)有限公司、宁波长华长盛汽车零部件有限公司、苏州工业园区新凯精密五金有限公司、上海奥达科股份有限公司、苏州誉高紧固系统有限公司、通标标准技术服务（上海）有限公司

本标准主要起草人：袁峰、钱鹏、李瑛、杜义、翟瑞银、赵萍丽、董瀚、黄平、张剑锋、王磊、李大维、廖亚忠、白振、鲁萍、冯雪桥、王本满、孔小兵、李万江、林磊、刘翠红、潘黎、杨新华、崔增光、周颖、李琴、王佳乐。

汽车紧固件用耐热钢技术条件

1 范围

本标准规定了汽车紧固件用耐热钢材料的牌号及化学成分要求、盘条技术要求和线材技术要求。本标准适用于汽车耐热紧固件冷镦用含镍、含铬的不锈耐热钢材料或一般合金耐热钢材料。本标准不适用于机加工成型的紧固件用材料。

2 规范性引用文件

下列标准对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改（不包括勘误内容）或修订版均不适用于本规范，但鼓励根据本规范达成协议的各方研究使用这些文件最新版本的可能性。

- GB/T 221 钢铁产品牌号表示方法
- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 224 钢的脱碳层深度测定法
- GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验
- GB/T 228.1 金属材料室温拉伸试验方法
- GB/T 230.1 金属材料洛氏硬度试验第1部分：试验方法
- GB/T 231.1 金属材料布氏硬度试验第1部分：试验方法
- GB/T 702 热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 1221 耐热钢棒
- GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
- GB/T 4340.1 金属材料维氏硬度试验第1部分：试验方法
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法
- GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
- GB/T 11170 不锈钢的光电发射光谱分析方法
- GB/T 14981 热轧圆盘条尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 17505 钢及钢制品 交货一般技术要求
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
- GB/T 28906 冷墩钢热轧盘条
- GB/T 30512 汽车禁用物质要求
- YB/T 5293 金属材料顶锻试验方法
- ASTM A193 A193M 高温或高压及其他特殊目的用合金钢和不锈钢栓接材料的标准规范
- ASTM A453/A453M 膨胀系数与奥氏体不锈钢相似的高温螺栓标准规范
- ASTM A493/A493M 冷顶锻和冷镦用不锈钢线材及盘条标准规范
- DIN EN 10269 指定高温和/或低温性能的紧固件用钢和镍基合金

3 术语和定义

下列术语与定义适用于本标准。

3.1 不锈钢 Stainless Steel

以不锈、耐蚀性为主要特征，且铬含量至少为10.5%，碳含量最大不超过1.2%的钢。

3.2 耐热钢 Heat-resistant Steel

在高温下具有良好的化学稳定性或较高强度的钢。

3.3 热轧 Hot Rolling

金属再结晶温度以上的轧制。

3.4 拉拔 Drawing

在拉拔力的作用下将盘条或线坯从拉丝模的模孔拉出，以生产小断面的钢丝的金属塑性加工过程。

3.5 盘条 Wire Rod

指经热轧后成盘卷形式的小直径圆钢。针对汽车紧固件用耐热钢盘条，直径一般小于22mm，本标准定义直径范围为 ϕ 5.5mm~22.0mm。

3.6 线材 Wire

指热轧盘条经过拉拔改制后表面附着润滑皮膜的成品钢丝。

4 汽车紧固件常用耐热钢通用要求

汽车紧固件常用耐热钢牌号、化学成分和使用温度要求，见表1。

表1 耐热钢牌号、化学成分和使用温度

| 牌号 | | ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | ML04Cr11Nb | ML41CrMoV | ML21CrMoV |
|---------------------|------|---|------------------|-----------|-----------|
| 化学成分 (质量分数) % | C | 0.03~0.08 | ≤0.06 | 0.36~0.44 | 0.17~0.25 |
| | Si | ≤1.00 | 0.06~0.75 | 0.15~0.35 | ≤0.40 |
| | Mn | 1.00~2.00 | 0.40~0.75 | 0.45~0.70 | 0.40~0.80 |
| | P | ≤0.025 | ≤0.025 | ≤0.035 | ≤0.025 |
| | S | ≤0.015 | ≤0.025 | ≤0.040 | ≤0.030 |
| | Ni | 24.00~27.00 | ≤0.50 | — | ≤0.60 |
| | Cr | 13.50~16.00 | 10.50~11.70 | 0.80~1.15 | 1.20~1.50 |
| | Mo | 1.00~1.50 | — | 0.50~0.65 | 0.55~0.80 |
| | V | 0.10~0.50 | | 0.25~0.35 | 0.25~0.35 |
| | 其它 | Ti:1.90~2.35, Al: ≤0.35 B:0.003~0.010 | Nb:10XC-0.7 5 | Al: ≤0.03 | — |
| 使用温度 (℃) | 持续温度 | 500 | 500 | 450 | 450 |
| | 最高温度 | 650 | 650 | 550 | 550 |
| 应用举例 | | 排气歧管、增压器、催化器 | 排气歧管、增压器、催化器 | 排气歧管、增压器 | 排气歧管、增压器 |

注:

- 1) GB/T 221和GB/T 6478规定的命名方法也适用于本标准。
- 2) 本标准定义的牌号在合金前均标识ML, 代表铆螺。
- 3) 本标准定义的牌号与国外标准牌号的近似对照见附录A。
- 4) 本标准定义的化学成分允许偏差应符合GB/T 222的规定。

5 盘条技术要求

本标准定义的盘条指经热轧后成盘卷形式交货的小直径圆钢, 针对汽车紧固件用耐热钢盘条的直径范围为 ϕ 5.5mm~22.0mm。

5.1 冶炼及轧制设备一般要求

5.1.1 冶炼方法

1) 耐热钢冶炼方法应采用转炉或电炉加炉外精炼以及初炼炉加电渣等工艺生产, 除非需方有特殊要求, 炉外精炼方法一般由供方选择。

2) 为保证无有害缩孔和严重偏析等铸造缺陷, 连铸坯或钢锭应有足够的切头切尾量。

5.1.2 轧制设备

1) 耐热钢轧制应采用具有控制轧制、控制冷却的高速线材轧机生产, 同时应配备减定径机组和测径仪用于监控盘条尺寸。

2) 盘条高速线材轧机应具有足够的刚度和尺寸稳定性, 生产线应具备成品表面质量在线监测设备。

3) 除非需方有特殊要求, 轧制方法一般可由供方选择。

5.2 检测要求

5.2.1 化学成分

盘条化学成分的检测试样可取自冶炼过程的钢包或连铸中间包的钢样, 对于连铸坯不做强制检测要求。该式样检测结果需与材料质保书或出厂报告中的内容一致, 盘条取样进行化学成分分析的结果偏差, 应符合 GB/T 222 的要求, 或由供需双方协商。

5.2.2 力学性能

每批盘条取2个试样进行力学性能检验, 应符合表2的规定。

表2 盘条的热处理制度及力学性能

| 牌号 | 热处理制度 | R_m , MPa | $R_{p0.2}$, MPa | A, % | Z, % | KV, J |
|-----------------------|-------|-------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | 固溶+时效 | 900~1150 | ≥ 600 | ≥ 15 | — | ≥ 50 |
| ML04Cr11Nb | 退火 | ≤ 485 | ≥ 270 | ≥ 20 | ≥ 60 | — |
| ML41CrMoV | 淬火+回火 | 850~1000 | ≥ 700 | ≥ 14 | ≥ 45 | ≥ 30 |
| ML21CrMoV | 淬火+回火 | 700~850 | ≥ 550 | ≥ 16 | ≥ 60 | ≥ 63 |

注:

- 1) 力学性能为各牌号试样经热处理后检验。盘条直径小于15mm可不作冲击功试验。
- 2) ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB、ML06Cr11Nb盘条一般应检验交货状态的力学性能, 其力学性能应符合表3的规定。
- 3) ML41CrMoV、ML21CrMoV盘条一般可不检验交货状态的力学性能。根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 也可进行交付状态的力学性能检验。

表3 盘条交付状态的力学性能

| 牌号 | R _m , MPa | A, % | Z, % |
|-----------------------|----------------------|------|------|
| ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | ≤650 | ≥40 | ≥65 |
| ML04Cr11Nb | 380~520 | ≥20 | ≥60 |

5.2.3 冷顶锻

热轧盘条应按照YB/T 5293进行冷顶锻试验，冷顶锻至原试样高度的1/3，经冷顶锻试验后，试样表面不应出现裂纹。

冷顶锻性能检测，应在合同中注明。

供方可根据钢种含碳量对冷顶锻试样进行球化退火处理。

5.2.4 低倍组织

钢材应进行低倍酸浸组织检验。在横向酸浸试片上检验低倍组织时，不得有目视可见的缩孔、气泡、分层、裂缝、夹杂、翻皮和白点等缺陷。ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB盘条可在相当于电渣锭头部位切取试样进行低倍检查。

低倍组织中一般疏松、中心疏松和中心（或锭型）偏析应不大于2.0级。低倍组织缺陷及微观的检测由供需双方协商进行。若供方可以保证，允许采用超声波探伤法或其它无损探伤法代替低倍检验。

5.2.5 非金属夹杂物

盘条应按照GB/T 10561进行非金属夹杂物检验，采用A法评定，粗系和细系夹杂物合格级别应符合表4的规定。

表4 非金属夹杂物

| 夹杂物类型与形状 牌号 | A | | B | | C | | D | | Ds |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | |
| ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | ≤1.5 | ≤1.5 | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.5 | ≤1.5 | ≤1.5 |
| ML04Cr11Nb | ≤1.5 | ≤1.5 | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.5 | ≤1.5 | ≤1.5 |
| ML41CrMoV | ≤1.5 | ≤1.5 | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.5 | ≤1.5 |
| ML21CrMoV | ≤1.5 | ≤1.5 | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.5 | ≤1.5 |

5.2.5 晶粒度

ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB、ML04Cr11Nb盘条应按照GB/T 6394检测交付状态晶粒度；ML41CrMoV、ML21CrMoV盘条应按照GB/T 6394检测热轧交货状态实际晶粒度，上述盘条晶粒度级别应符合表5的规定。

表5 晶粒度

| 牌号 | 晶粒度级别 |
|-----------------------|-------|
| ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | 5~8级 |
| ML04Cr11Nb | 5~8级 |
| ML41CrMoV | ≥5级 |
| ML21CrMoV | ≥5级 |

5.3 形状及尺寸要求

5.3.1 盘条允许偏差和不圆度应符合GB/T 14981表1中B级精度的规定。需方有特殊要求时，经供需双方协议，并在合同中注明，也可执行其它精度级别。

5.3.2 本标准定义的耐热钢盘条每盘应由一根组成，且不得有包括焊接等任何形式的接头，每盘盘条的重量应不小于500kg。

5.4 交货要求

本标准定义的耐热钢ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB盘条一般以固溶+酸洗状态交付。ML04Cr11Nb盘条一般以退火+酸洗状态交付。

本标准定义的耐热钢ML41CrMoV、ML21CrMoV盘条一般以热轧状态交付。经供需双方协商，并在合同中注明，也可以退火状态交货。

5.4.1 表面质量

1) 盘条的表面不得有折叠、裂纹、重皮、结疤、耳子、夹杂等缺陷存在，如有上述缺陷允许清除，清除的深度不得超出盘条的尺寸负偏差，清除的宽度不小于深度的5倍。

2) 表面允许有不影响冷顶锻成型的、深度不超过0.1mm的个别划痕、麻点等。

5.4.2 脱碳层要求

ML41CrMoV、ML21CrMoV盘条应检验脱碳层。采用金相法检验盘条每边不得存在铁素体脱碳层，每边总脱碳层深度不得大于公称直径的1.0%。但对于直径小于7 mm的盘条，每边总脱碳层深度不得大于0.1mm。

5.4.3 包装及文件要求

1) 盘条由供方质量监督部门进行检查和验收，供方必须保证交货的钢材符合有关标准的规定，需方有权按相应标准、协议的规定进行检查和验收。

2) 钢材应成批交货，每批由同一炉号、同一牌号、同一规格和同一热处理炉次的钢材组成。每卷盘条径向均匀捆扎四道腰，内外径各挂1个标牌。每批钢材的检验项目按表6。

表6 盘条交货检验项目清单

| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样依据 | 试验方法 |
|----|--------|---------|-------------------------|------------|
| 1 | 化学成分 | 1个/炉、批号 | GB/T 20066 | GB/T 223 |
| 2 | 拉伸 | 3个/炉、批号 | 任意不同支钢材 | GB/T 228.1 |
| 3 | 冲击 | 2个/炉、批号 | 任意不同支钢材 | GB/T 229 |
| 4 | 冷顶锻 | 3个/炉、批号 | 任意不同支钢材 | YB/T 5293 |
| 5 | 低倍组织 | 2个/炉、批号 | 相当于钢锭头部位置 连铸在任意不同根钢材 | GB/T 226 |
| 6 | 非金属夹杂物 | 2个/炉、批号 | 任意不同支钢材 | GB/T 10561 |
| 7 | 晶粒度 | 1个/炉、批号 | 任意一支钢材 | GB/T 6394 |
| 8 | 尺寸、外形 | 逐盘 | 整盘 | 千分尺、卡尺、样板 |
| 9 | 表面质量 | 逐盘 | 整盘 | 目测 |
| 10 | 脱碳层 | 2个/炉、批号 | 任意不同支钢材 | GB/T 224 |

3) 盘条通常以裸包装交货，根据需方要求，并在合同注明，可采用外包装交货。

4) 每批次产品必须开具证明该批产品符合相应技术要求和订货合同的质量证明书，质量证明书应注明包括但不限于以下内容：订货单位名称，钢种，尺寸，炉号，重量，化学成分，必要的宏观及微观性能。

5) 盘条的包装、标志及质量证明书应符合GB/T 2101的有关规定。

5.4.4 复验和判定规则

复验和判定规则应按GB/T 17505的有关规定。

6 钢丝技术要求

6.1 拉拔方法及成膜设备一般要求

6.1.1 拉拔方法

盘条拉拔改制厂家应满足当地相关环保法规，采用合适的表面润滑工艺。考虑到生产环节及后续紧固件生产工艺及质量要求。

6.1.2 拉拔成膜设备

拉拔厂应具备联合拉拔机和最终处理拉拔机、退火炉或固溶炉、磷酸盐皮膜涂层设备、草酸盐涂层设备、无机石墨涂层设备和环保型镀铜设备等。

6.2 检测要求

6.2.1 化学成分

钢丝化学成分可不检测，拉拔改制厂家需按照盘条的牌号、炉号进行生产，并做好对应记录。

6.2.2 力学性能

盘条经拉拔后，需进行力学性能的检测，检测结果需与材料质保书或出厂报告中的内容一致，对于钢丝取样位置，由供需双方协商进行。拉拔后的钢丝力学性能应满足本标准中表7的规定。

表7 钢丝力学性能

| 牌号 | Rm, MPa | Z, % | HRB |
|-----------------------|---------|------|-----|
| ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | 640~750 | ≥65 | ≤90 |
| ML04Cr11Nb | 300~550 | ≥70 | ≤85 |
| ML41CrMoV | 480~590 | ≥65 | ≤90 |
| ML21CrMoV | 460~570 | ≥60 | ≤90 |

6.2.3 冷顶锻

钢丝应按照YB/T 5293进行冷顶锻试验，冷顶锻至原试样高度的1/4，经冷顶锻试验后，试样表面不应出现裂纹。

6.2.4 表面皮膜

钢丝经表面皮膜润滑处理后，皮膜重量、中性盐雾性能的检测根据表8中的规定范围执行。

表8 钢丝皮膜检测要求

| 牌号 | 典型皮膜工艺 | 皮膜重量 g/m ² | 中性盐雾 h |
|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | 草酸盐 | 4~15 | — |
| ML04Cr11Nb | 草酸盐 | 4~15 | — |
| ML41CrMoV | 磷酸盐 | 5~20 | 12 |
| ML21CrMoV | 磷酸盐 | 5~20 | 12 |

6.3 形状及尺寸要求

6.3.1 耐热钢钢丝经拉拔后的公称直径一般为1.00mm~20.00mm，钢丝直径的允许偏差见表9。

表9 钢丝直径范围及允许偏差

| 钢丝直径 mm | 允许偏差 mm |
|---------|---------|
| <6 | 0~0.025 |
| 6~10 | 0~0.035 |
| >10~20 | 0~0.045 |

6.3.2 钢丝圆度不得大于直径公差的1/2。

6.3.3 经供需双方协议，并在合同中注明，可提供额定盘重的钢丝，盘重允许偏差为±10%。

6.4 交货要求

钢丝以轻拉或软态盘卷交货。钢丝盘卷应为一根钢丝组成，不允许有包括焊接在内的任何形式的接头，整体规整，不得散乱、扭曲。

6.4.1 表面质量

1) 钢丝不得有竹节线、弯曲，表面应光滑，不得有裂纹、结疤、折叠、分层、拉痕和锈蚀。但允许有深度不超过直径公差之半的个别凹坑、凸面、压痕和划伤存在。

2) 钢丝表面皮膜润滑涂层可由供需双方确定，需保证适合紧固件冷镦工艺。钢丝经磷酸盐类或草酸盐类皮膜涂层处理的表面质量应皮膜均匀致密，附着性好、不脱落，无油污，无点状斑痕，无擦伤，锈蚀，氧化皮。

3) 钢丝经石墨涂层粉拉表面质量应石墨涂层均匀致密，不脱落，润滑粉均匀，无擦伤，锈蚀，氧化皮。

6.4.2 脱碳层要求

ML41CrMoV 和 ML21CrMoV 钢丝按 GB/T 224 规定的方法进行脱碳层检验，总脱碳层深度不得超过钢丝直径的1%，若供需双方有具体协议的，按照协议执行并在合同中注明。

6.4.3 包装及文件要求

1) 钢丝由供方质量监督部门进行检查和验收，供方必须保证交货的钢丝符合本标准的规定，需方有权按本标准、双方其它技术协议的规定进行检查和验收。

2) 钢丝应成批交货，每批由同一炉号、同一牌号、同一尺寸和同一拉拔工艺的材料组成。经检验合格的钢丝，每盘尾部需粘贴或悬挂标签，钢丝包装后每盘至少应附有一个标牌，标牌应字迹清楚，牢固可靠，标牌上需注明包括但不限于以下内容：供方名称、钢丝牌号、尺寸或规格、炉号、盘号、重量、生产日期。

3) 盘卷钢丝需用防潮、防水、无腐蚀材料或聚丙烯编织物等进行防护包装。盘卷包装后用钢带或其它材料进行捆扎，每卷至少均匀捆扎盘卷径向的四个方向，不得对钢丝表面质量造成影响，至少配有两个吊环或吊带，方便取货。

4) 钢丝交货的检测文件可以参考热轧盘条的检验项目清单，也可根据供需双方的协议，增加皮膜厚度、结合力等检测项目，并在合同中注明。

7 特殊要求

根据需方要求，并经供需双方协商，可供应下列特殊要求的盘条和钢丝。

- 1) 缩小表1化学成分范围；
- 2) 限制表2、表3、表7中抗拉强度的上下限；
- 3) 测定钢的高温抗拉强度；
- 4) 测定钢的蠕变断裂应力值和蠕变延伸率；
- 5) 测定钢丝的皮膜重量和中性盐雾时间；
- 6) 其它特殊要求。

8 其它

根据汽车行业相关法规要求，汽车紧固件用耐热钢材料及皮膜覆盖层中的禁限用物质管控需满足 GB/T 30512。

附录 A（资料性附录）

本标准牌号与常用国外牌号对照表及试样典型的热处理制度

| 序号 | 牌号 | 常用国外牌号 | 典型的热处理制度，℃ |
|----|-----------------------|--|----------------------------------|
| 1 | ML06Cr15Ni25Ti2MoAlVB | ASTM A453/A453M GRADE 660 DIN EN 10269 1.4980 | 固溶温度：970~990；快冷 时效温度：710~730 |
| 2 | ML04Cr11Nb | ASTM A493 GRADE 409Cb | 退火温度：720~780； 空冷或缓冷 |
| 3 | ML41CrMoV | ASTM A193/A193M GRADE B16 | 淬火温度：880~930；快冷； 回火温度：670~710 |
| 4 | ML21CrMoV | EN 10269 21CrMoV5-7 | 淬火温度：890~940；快冷； 回火温度：680~720 |