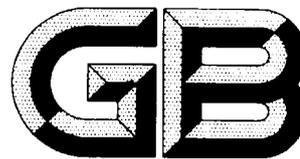


ICS 77.120.99

H 14



中华人民共和国国家标准

GB/T 23605—××××

代替GB/T 23605—2009

钛合金 β 转变温度测定方法

Method of β transus temperature determination of titanium alloys

(预审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准代替GB/T 23605-2009《钛合金 β 转变温度测定方法》。本标准与GB/T 23605-2009相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 修改了方法原理，将第4章“初生 α ”改为“ α 相”（见第4章，2009年版的第4章）；
- 将“取样要求”改为“试样要求”（见第5章，2009年版的第5章）；
- 删除了“取样位置及要求”和“试样坯”（见2009年版的5.1和5.2）；
- 增加了同组试样坯应取自产品加工过程的同一环节的规定（见5.1）；
- 删除了“推荐首选在中间坯料和加工产品上取样”（见2009年版的5.1.1）；
- 删除了对试样坯的原始组织的要求（见2009年版的5.1.2）；
- 修改了试样尺寸（见5.3，2009年版的5.2.1）；
- 修改了试样坯的数量要求（见5.4，2009年版的5.2.2）；
- 增加了亚稳 β 型钛合金 β 相转变温度测试前，试样坯应进行时效处理的规定（见5.5）；
- 删除了热处理用电炉的炉温均匀性测试周期要求（见2009年版的6.2）；
- 修改了观察试样用显微镜的计量要求，将“显微镜经计量鉴定合格”改为“显微镜经计量校准合格”（见6.3，2009年版的6.3）；
- 将“试验条件和要求”改为“热处理试验”（见第7章，2009年版的第7章）；
- 修改了试样的保温时间（见7.1.1，2009年版的7.1.1）；
- 删除了“试样淬火后推荐进行普通退火”（见2009年版的7.1.3）；
- 修改了试样的热处理温度间隔（见7.2.1，2009年版的7.2.1）；
- 修改了试样的淬火延迟时间（见7.2.5，2009年版的7.1.3）；
- 将“金相试样制备及检验要求”改为“试样准备及显微组织显示”（见第8章，2009年版的第8章）和“检验要求”（见第9章）；
- 对组织显示进行了补充，推荐使用2%NH₄HF₂（质量分数）擦拭试样数秒以更清楚的显示 α 相（见8.2，2009年版的8.2）；
- 增加了和标准图片比较时，应调整放大倍数，使实际组织和标准图片最接近（见9.3）；
- 将“试验结果的判定”改为“结果的判定”（见第10章，2009年版的第9章）；
- 修改了结果的判定和表示形式（见10.1，2009年版的9.1）；
- 细化了结果判定方法（见10.2，2009年版的9.2）；
- 删除了检验报告应包括热处理温度，增加了若和本标准规定不一致时，应写出 β 合金试样坯的实际热处理制度（见第11章，2009年版的第10章d）条）；
- 替换并增加了附录B的图片，按照 α 、 $\alpha + \beta$ 、近 β 和亚稳 β 型合金列举了常见典型合金的淬火组织图片（见附录B）；

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本标准起草单位：xxxx

本标准主要起草人：xxx

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 23605-2009。

钛合金 β 转变温度测定方法

1 范围

本标准规定了采用金相法测定钛合金 β 转变温度的试样、试验设备、试验条件和步骤、检验及 β 转变温度判定等要求。

本标准适用于采用金相法测定 α 、 $\alpha - \beta$ 和亚稳定 β 型钛合金的 β 转变温度。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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/T 5168 $\alpha - \beta$ 钛合金高低倍组织检验方法

GB/T 9452 热处理炉有效加热区测定方法

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

3 定义

β 转变温度：钛合金在加热过程中 α 相全部转变为 β 相组织的最低温度，用 T_{β} 表示。

4 方法原理

α 型、 $\alpha - \beta$ 型和亚稳定 β 型钛合金在铸态、热变形、退火和固溶时效状态下都含有一定数量的 α 相。在加热过程中，随着温度升高，钛合金中 α 相的含量越来越少， β 相的含量越来越多，达到某一临界温度后，钛合金将全部转变为 β 相组织。在该临界温度保持一定时间后快速淬火，可以得到没有 α 相的针状马氏体或亚稳定 β 相组织。因此，该方法通过对一组试样在相转变温度范围内热处理，测定试样淬火组织中 α 含量的多少，就可判断出钛合金 β 转变温度。

5 试样要求

5.1 试样坯根据需要可取自产品加工过程的任一环节，即铸锭、棒坯、锻坯及板坯等中间坯料或棒材、板材等加工产品均可。同组试样坯必须取自同一加工环节。若产品标准对取样要求有规定时，应按产品标准执行。

5.2 切取试样时，应尽量避免变形和过热，试样的待检验面应能较好地代表材料整个横截面组织。

5.3 试样块应为直径 10mm~12mm，高 15mm 的圆柱或者边长 10mm~12mm，高 15mm 的长方体。

5.4 每组试样的数量通常不少于 5 个，特殊情况在满足测试结果精度的前提下，试样数量可适当增减。

5.5 非时效态的亚稳定 β 型钛合金试样坯，试验前应先进行热处理：推荐 TB2、TB3 和 TB5 的热处理制度为：650℃ \pm 10℃/1h 随炉冷至 550℃ \pm 10℃. AC。

6 试验设备要求

6.1 金相法测定钛合金 β 转变温度用的热处理炉应采用电炉，电炉应符合 GB/T 9452 对 I 类加热炉的要求，其炉温均匀性不大于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

6.2 应按 GB/T 9452 的规定对热处理用电炉有效工作区进行炉温均匀性测试。

6.3 观察试样用显微镜应经计量校准合格，并在有效使用期内。

7 热处理试验

7.1 试验条件

7.1.1 试样在选定温度下保温时间为 $35\text{min} \pm 5\text{min}$ 。

7.1.2 淬火水液的体积应不小于25L，淬火水温应不高于 20°C 。

7.2 试验要求

7.2.1 应按铸锭熔炼炉号进行 β 转变温度的测定。部分牌号钛合金的参考 β 转变温度见附录A中表A.1。通常要求应在 β 转变温度范围内至少选取5个试验温度点，以 5°C 的间隔进行测定，特殊情况在保证试验结果准确度的前提下，可适当增减试验温度点个数。

7.2.2 根据实际情况，应定期对热处理电炉进行炉膛清理。

7.2.3 不同批次的 β 转变温度测试试样，当加热温度相同时，允许同时装炉加热，但最多不得超过5个，且所有试样应放在电炉有效工作区内。

7.2.4 应以炉膛有效工作区到达设定温度起计算开始保温时间。

7.2.5 试样保温到规定时间后打开炉门，迅速取出并立即倒入水槽中淬火，整个操作过程延迟时间应不超过3s。

8 试样准备及显微组织显示

8.1 淬火后，试样表面至少应去除2mm的氧化层确保去除任何组织影响。

8.2 按GB/T 13298规定的方法制备金相试样，建议采用GB/T 5168规定的腐蚀剂或下述腐蚀剂进行组织显示：

α 型钛合金：100mL HF+200mL HNO_3 +700mL H_2O ；

α - β 和 β 型钛合金：10mL HF+20mL HNO_3 +470mL H_2O ；

注：HF（氢氟酸）质量分数为：40%~42%， HNO_3 （硝酸）质量分数为：65%~68%。

当 α 和 α - β 型钛合金淬火组织中 α 相不易判定时，为提高金相组织衬度，推荐可使用2% NH_4HF_2 （质量分数）擦拭数秒以更清楚的显示 α 相。

9 检验要求

9.1 应根据试样淬火组织的大小或形态采用合适的放大倍数观察试样的横截面组织。

9.2 考虑到试样不同部位的微观成分波动对显微组织的影响，应在试样的中心和二分之一半径处至少观察5个视场。

9.3 α 相含量的测定可采用标准图片比较法或图象分析仪及算法进行分析。和标准图片比较时，若显微组织差异较大，可通过调整放大倍数使其与标准图片最接近。

10 结果的判定

10.1 观察的5个视场中 α 相含量都为0%的试样所代表的最低温度确定为该熔炼炉号的 β 转变温度。 β 转变温度通过 α 含量为0%的试样代表的热处理温度和相邻的 α 含量大于0%的试样代表的热处理温度采用平均值法计算获得，结果保留整数。

10.2 α 型、 α - β 型、近 β 型及亚稳 β 型合金的 β 转变温度，分别参照附录B中相应类型的典型淬火组织图片判定。

10.3 当采用其他方法测定的 β 转变温度结果与金相法的测定结果有争议时，应以金相法测定的结果为准。

11 检验报告

检验报告应包括：

a) 产品牌号，批号或熔炼炉号；

- b) 试样状态或位置;
- c) 试样编号和尺寸;
- d) 所用设备型号;
- e) 检验方法;
- f) 检验结果;
- g) 检验者和审核者;
- h) 报告日期;
- i) 若亚稳 β 型合金试样坯的热处理制度和本标准规定不一致时,应写出实际的热处理制度;
- j) 任何影响测试结果和偏离试验方法的因素。

附录 A

(资料性附录)

钛合金的参考 β 转变温度范围A.1 各种常见牌号钛合金的参考 β 转变温度范围见表A.1。

表 A.1

合金牌号	T_{β} , °C	合金牌号	T_{β} , °C
TA5	980~1020	TC2	955~995
TA7	1000~1040	TC4	970~1010
TA11	1020~1050	TC4ELI	940~980
TA15	980~1010	TC6	960~990
TA16	930~970	TC9, TC11	980~1020
TA17	960~990	TC16, TC18	840~880
TA18	920~950	TC17	875~915
TA19	980~1020	TC21	950~990
TA21	870~910	TB2	730~770
TA22	930~970	TB3	730~770
TA24	940~980	TB6	780~820
TC1	890~930	TB8	790~830

附录 B

(资料性附录)

各类典型钛合金常见的淬火组织图片

B.1 α 型合金的典型淬火组织图片

- B.1.1 TA5-A铸态的淬火组织图片
- B.1.2 TA5-A锻坯的淬火组织图片
- B.1.3 TA5-A加工产品的淬火组织图片
- B.1.4 TA7加工产品的淬火组织图片

B.2 α - β 型合金的典型淬火组织图片

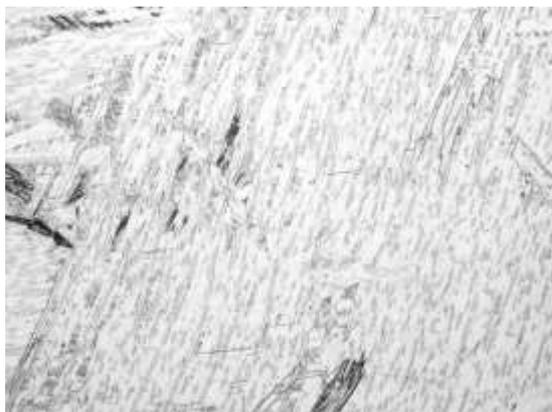
- B.2.1 TC1铸态的淬火组织图片
- B.2.2 TC1棒材加工产品的淬火组织图片
- B.2.3 TC2铸态的淬火组织图片
- B.2.4 TC2棒材加工产品的淬火组织图片
- B.2.5 TC6铸态的淬火组织图片
- B.2.6 TC6棒材加工产品的淬火组织图片
- B.2.7 TC4棒材加工产品的淬火组织图片
- B.2.8 TC11棒材加工产品的淬火组织图片
- B.2.9 TA15铸态的淬火组织图片
- B.2.10 TA15棒材加工产品的淬火组织图片
- B.2.11 TA19棒材加工产品的淬火组织图片

B.3 近 β 型合金的典型淬火组织图片

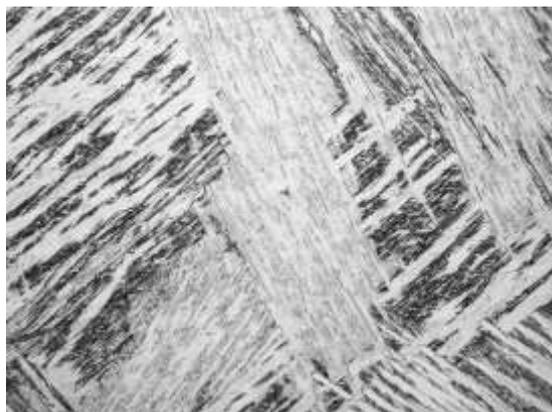
- B.3.1 TC17铸态的淬火组织图片
- B.3.2 TC17锻坯的淬火组织图片
- B.3.3 TC17棒材加工产品的淬火组织图片
- B.3.4 TC18铸态的淬火组织图片
- B.3.5 TC18棒材加工产品的淬火组织图片1 ($\alpha \rightarrow \beta$ 组织转变速度快)
- B.3.6 TC18棒材加工产品的淬火组织图片2 ($\alpha \rightarrow \beta$ 组织转变速度慢)
- B.3.7 TB6棒材加工产品的淬火组织图片

B.4 亚稳 β 型合金的典型淬火组织图片

- B.4.1 TB2锻棒的淬火组织图片



995°C



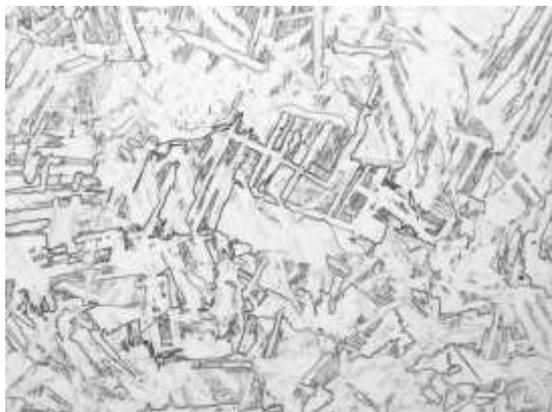
1000°C



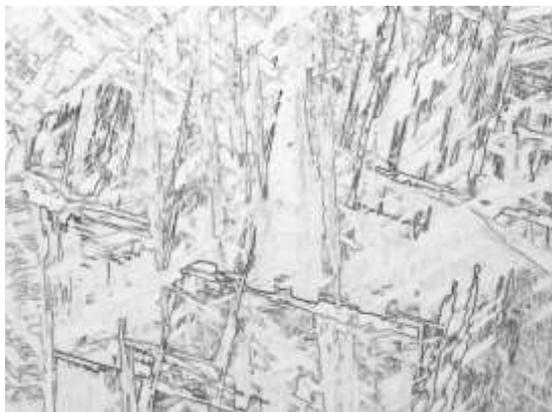
1005°C

金相法测试结果：1002°C

B. 1. 1 TA5铸态的淬火组织图片 200X



995°C



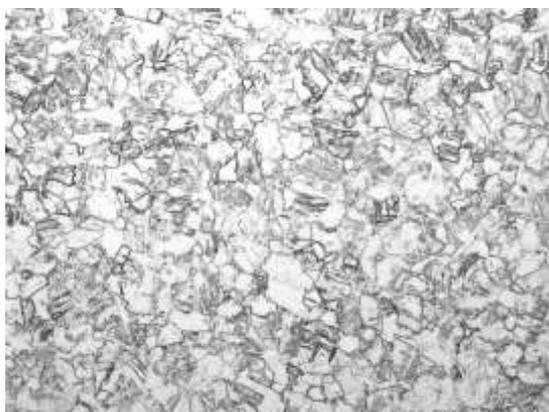
1000°C



1005°C

金相法测试结果：1002°C

B. 1. 2 TA5锻坯的淬火组织图片 200X



995°C



1000°C



1005°C

金相法测试结果：1002°C

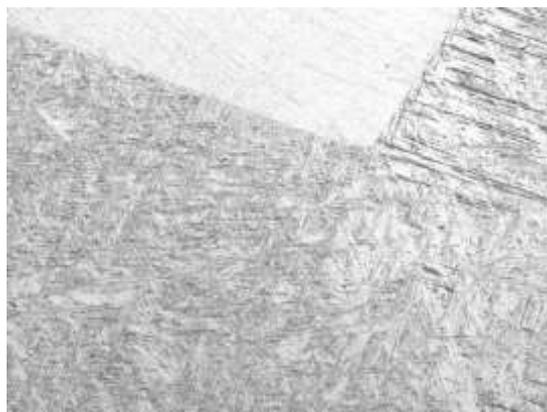
B. 1. 3 TA5-A棒材加工产品的淬火组织图片 200X



1025°C



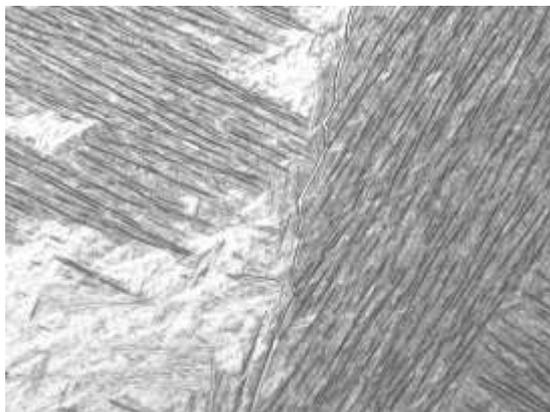
1030°C



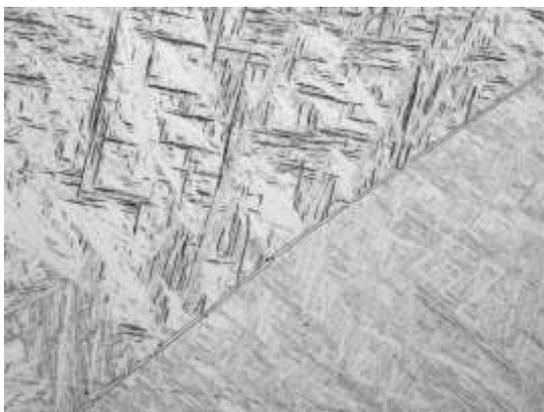
1035°C

金相法测试结果：1032°C

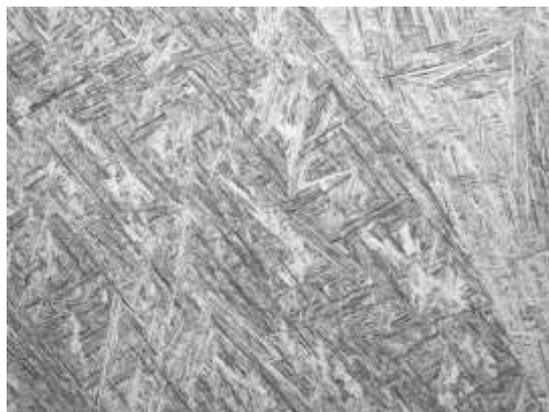
B. 1. 4 TA7棒材加工产品的淬火组织图片 200X



910°C



915°C



920°C

金相法测试结果：917°C

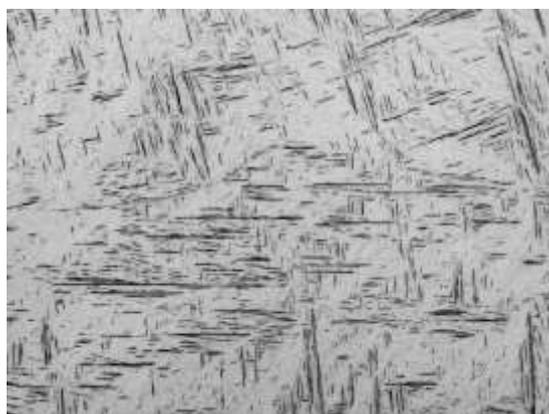
B. 2. 1 TC1铸态的淬火组织图片 200X



910°C



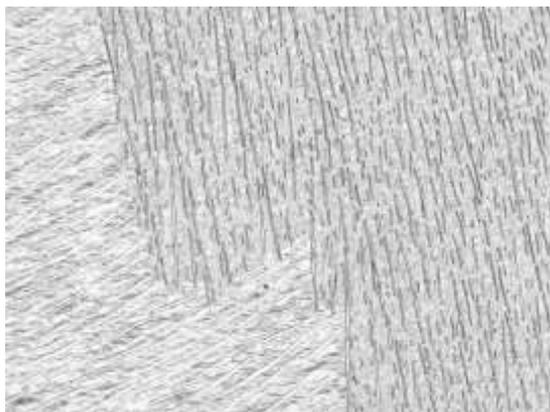
915°C



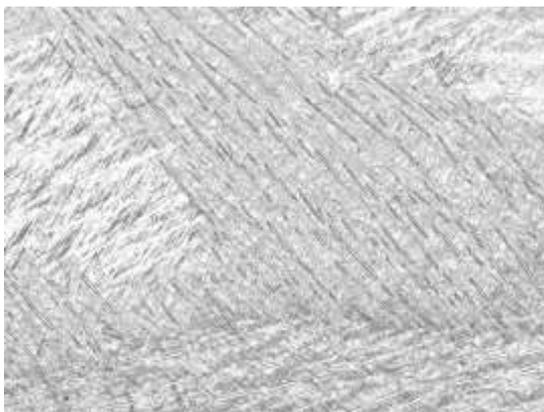
920°C

金相法测试结果：917°C

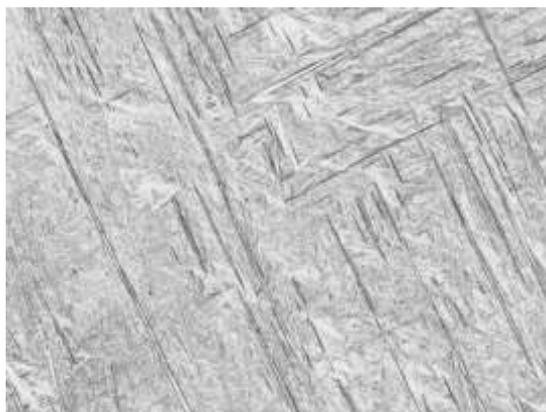
B. 2. 2 TC1棒材加工产品的淬火组织图片 200X



970°C



975°C



980°C

金相法测试结果：977°C

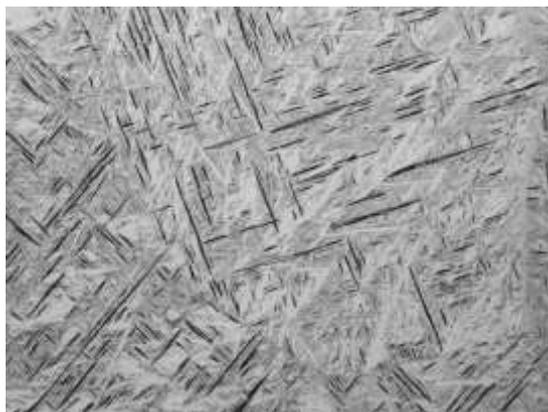
B. 2. 3 TC2铸态的淬火组织图片 200X



965°C



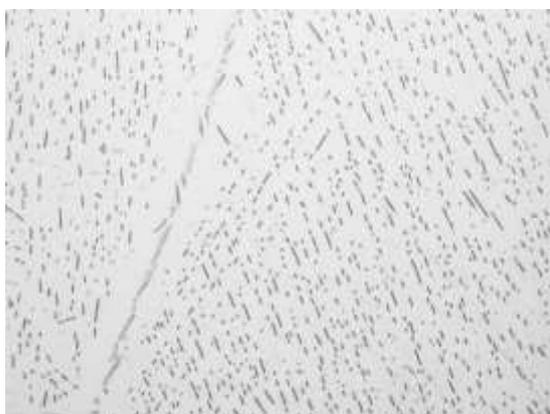
970°C



975°C

金相法测试结果：972°C

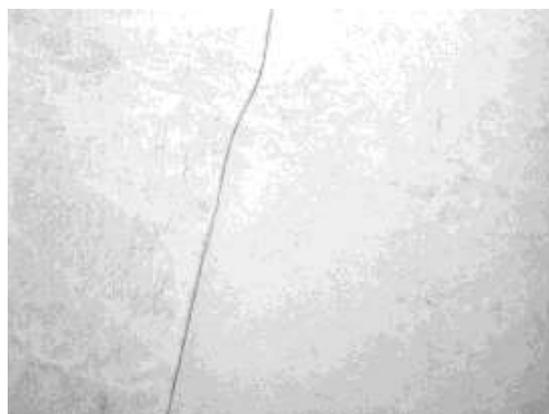
B. 2. 4 TC2棒材加工产品的淬火组织图片 200X



970°C



975°C



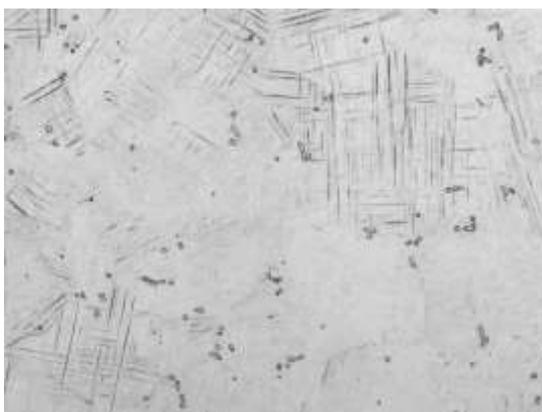
980°C

金相法测试结果：977°C

B. 2. 5 TC6铸态的淬火组织图片 200X



975°C



980°C



985°C

金相法测试结果：982°C

B. 2. 6 TC6棒材加工产品的淬火组织图片 200X



980°C



985°C



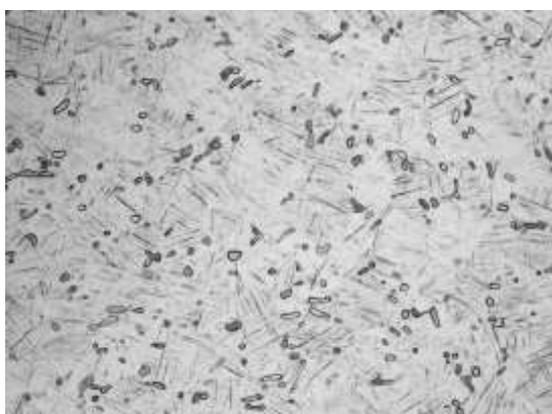
990°C



995°C

金相法测试结果：992°C

B. 2. 7 TC4棒材加工产品的淬火组织图片 200X



1000°C



1005°C



1010°C

金相法测试结果：1007°C

B. 2. 8 TC11棒材加工产品的淬火组织图片 200X



990°C



995°C



1000°C

金相法测试结果：997°C

B. 2. 9 TA15铸态的淬火组织图片 200X



990°C



995°C

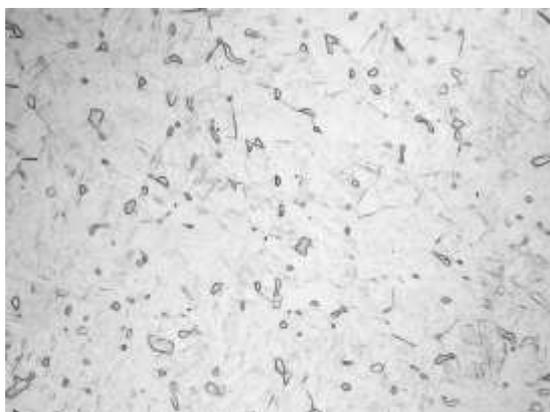


1000°C

金相法测试结果：997°C

B. 2. 10 TA15棒材产品的淬火组织图片 200X

1010°C



1000°C



1005°C



1010°C

金相法测试结果：1007°C

B. 2. 11 TA19棒材加工产品的淬火组织图片 200X



885°C



890°C



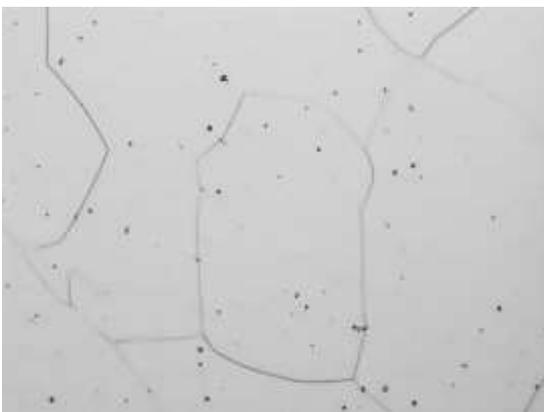
895°C

金相法测试结果：892°C

B. 3. 1 TC17 铸态的淬火组织图片 200X



885°C



890°C



895°C

金相法测试结果：892°C

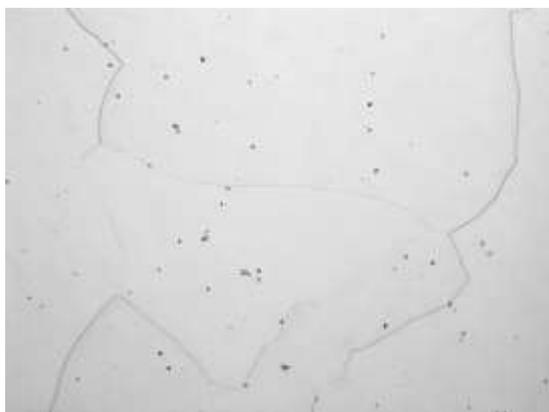
B. 3. 2 TC17锻坯的淬火组织图片 200X



885°C



890°C



895°C



900°C



905°C

金相法测试结果：897°C

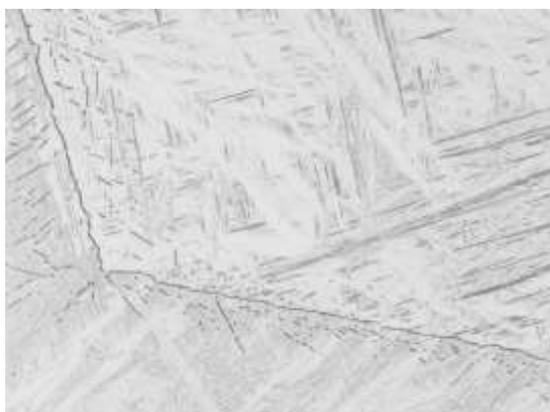
B. 3. 3 TC17棒材加工产品的淬火组织图片 200X



875°C



880°C



885°C



890°C

金相法测试结果：887°C

B. 3. 4 TC18 铸态的淬火组织图片 200X



875°C



880°C



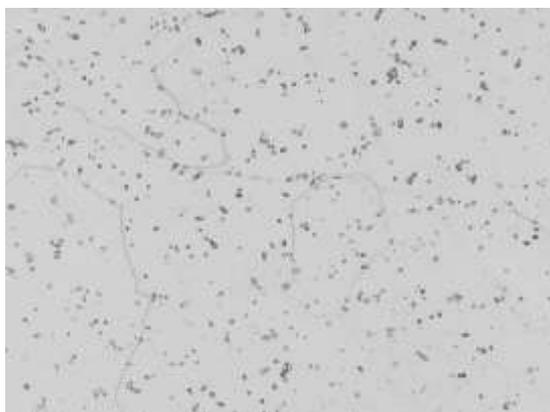
885°C



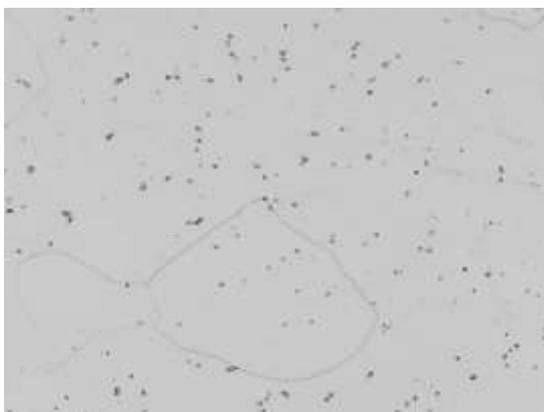
890°C

金相法测试结果：887°C

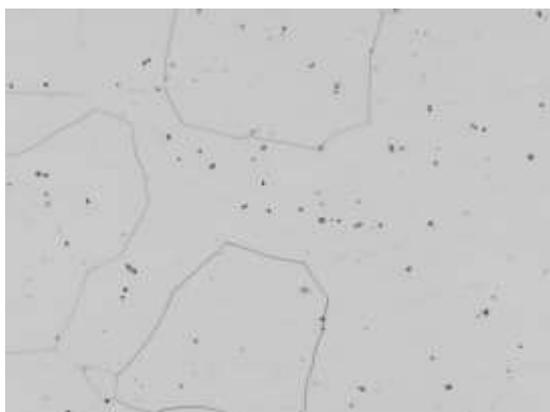
B. 3. 5 TC18 棒材加工产品的淬火组织图片1 ($\alpha \rightarrow \beta$ 组织转变速度快) 200X



875°C



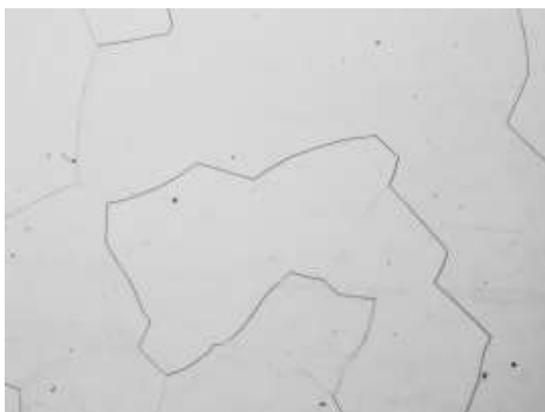
880°C



885°C



890°C



895°C

金相法测试结果：887°C

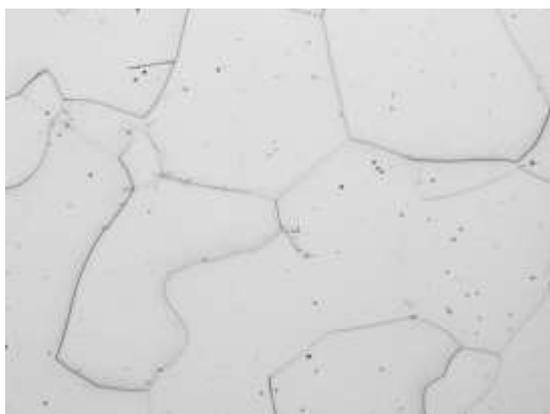
B. 3. 6 TC18 棒材加工产品的淬火组织图片2 ($\alpha \rightarrow \beta$ 组织转变速度快) 200X



795°C



800°C



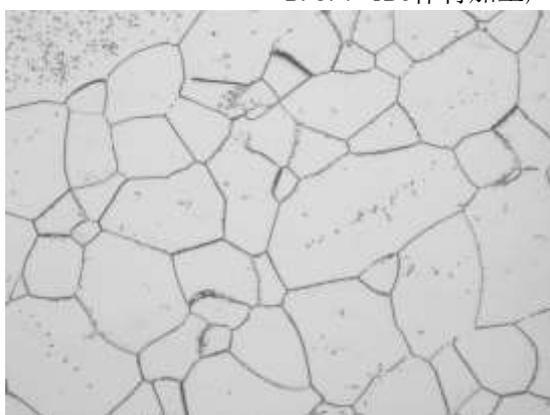
805°C



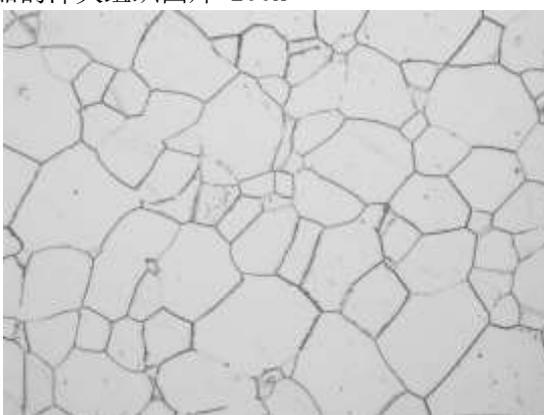
810°C

金相法测试结果：802°C

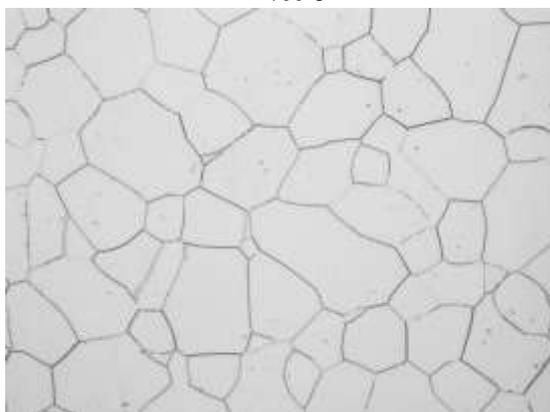
B. 3. 7 TB6棒材加工产品的淬火组织图片 200X



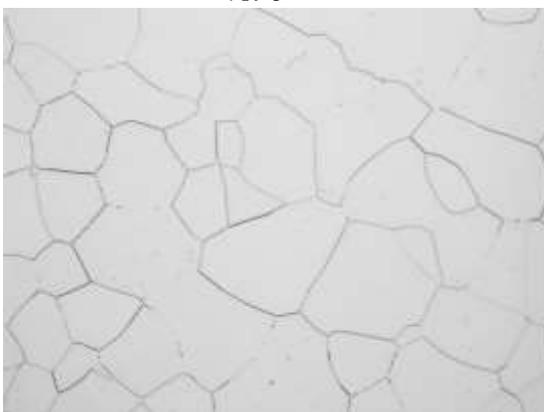
735°C



740°C



745°C



750°C

金相法测试结果：742°C

B. 4. 1 TB2加工产品非正常变化的淬火组织图片 200X

注1：TB2试样坯的时效处理制度为：650°C ± 10°C / 1h 随炉冷至 550°C ± 10°C. AC。