

新型超硬材料

——立方氮化硼聚晶及其刀具的应用

冯士光 著

四川科学技术出版社

责任编辑：崔泽海、梅 红
封面设计：韩建勇

新型超硬材料

——立方氮化硼聚晶及其刀具的应用

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 渡口新华印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 6.75 插页 1 字数 100 千
1984 年 9 月第一版 1984 年 9 月第一次印刷
印数：1—3,000 册

书号：15298·50

定价：1.18 元

内 容 提 要

本书系由十五篇论文所组成的论文集，分成前后两部分，第一部分是以立方氮化硼聚晶基础为中心，可供从事立方氮化硼单晶生长，聚晶工艺及其制品研制的有关人员参考。

第二部分叙述国内、外立方氮化硼聚晶(包括复合聚晶)刀具在解决难加工问题中的初步应用。对存在难加工问题的新材料，新工艺(譬如热喷涂(焊)新工艺)的研制和推广人员以及加工技术界广大工程技术人员和工人都是一本有用的参考书。

此外本书对从事金刚石、普通工程材料、表面处理等方面工作者也有一定参考价值。

前 言

现代生产技术的发展对材料的多种和特殊功能的要求愈来愈迫切。所以，国家把材料和材料科学作为重点发展之一。

超硬材料及其制品，为提高人们战胜自然、获取更多的自然资源、开发能源、促进生产力的发展，提供了强有力的工具材料。除天然金刚石外，立方氮化硼超硬材料在自然界还没有发现，而需要人们研制制造。

立方氮化硼是用超高压、高温技术，人工合成的一种新型无机超硬材料，它具有一般材料不具备的特殊性能。它与人造金刚石一样，作为超硬的非金属材料，可为冶金、机械行业制造超硬工具、刀具、钻头等提供材料，广泛用于地质勘探、采矿、煤炭、电子及军工等部门和尖端技术中。

在立方氮化硼的结晶构造上，同金刚石极为相似，一般是闪锌矿结构，具有一般材料所没有的优异的物理化学性能。虽然，它的硬度仅次于金刚石，而热稳定性和化学惰性方面，比金刚石强得多，因而它有很好的耐磨、抗腐蚀、不易发生物理化学变化的性能。

立方氮化硼聚晶是以立方氮化硼单晶为原料，在超高压、高温的条件下，烧结而成的单晶聚合体，是制造工业生产各种刀具、钻具的重要基础材料。人造金刚石及其制品以硬而发脆的非金属材料见长，立方氮化硼及其制品以能加工高硬度的钢铁材料而著称。两者在解决难加工材料的加工上，相互补充，各显示其优越

性。这两种超硬材料的开发应用，使工效和使用寿命成倍提高，为发展生产提供了广阔的前景，得到欧美、苏联、日本、英国、西德等国家的普遍重视，并投入了很大力量进行研究、开发和利用、推广。

我国第一口6011米的超深井钻井，就使用了冷钼等离子喷涂人造金刚石聚晶钻头和这种超硬材料的取岩芯钻头，钻头进尺和使用寿命都超过了进口的天然金刚石钻头的水平，为打超深井作出了贡献。

热喷涂、喷焊技术是当前国家重点推广的40项科技成果之一，但热喷涂焊后的工件二次加工是一大难题，立方氮化硼聚晶（包括复合聚晶）刀具为喷涂，喷焊工件的二次加工提供了高效的机械加工工具，促进了这项成果的推广应用。

我省超硬材料的研制与应用，已做了十年的工作，对人造金刚石、立方氮化硼聚晶及其制品进行了广泛而深入的探讨，取得了一些重要的科研成果，逐步建立了超硬材料应用研究的一些基本理论，推动了我国超硬材料的发展，受到国家和四川省人民政府的嘉奖。1973年立方氮化硼刀具的研制成功，填补了国内刀具材料的一项空白。

本书由成都工具研究所承担立方氮化硼及聚晶刀具的课题负责人撰写，主要讲述了立方氮化硼聚晶的机理、工艺及其刀具制品的应用。是十年科研工作的总结。以论文集的形式汇集成册。鉴于目前国内外有关超硬材料方面专著甚少，而研制应用又迫切需要对它加以介绍。出版本书就是为了加强国内同行之间、学科之间，研制部门和使用之间的技术交流，为促进我国超硬材料的发展而抛砖引玉。

四川省科学技术委员会

一九八四年元月

目 录

前 言	(1)
第一部分	(1)
第一章 立方氮化硼 (CBN) 的热稳定性	(1)
§ 1.1 CBN的差热分析	(1)
§ 1.2 讨论	(2)
第二章 CBN单晶在亚稳区的可逆转化 (一)	(19)
§ 2.1 引言	(19)
§ 2.2 “分解试验” 及其 “复合”	(20)
§ 2.3 结论	(25)
第三章 CBN单晶在亚稳区的可逆转化 (二)	(27)
——超高压下 N_2 的状态	(27)
§ 3.1 计算的基础	(27)
§ 3.2 回归分析	(29)
§ 3.3 结语	(36)
第四章 CBN聚晶体的裂纹和晶界	(38)
§ 4.1 现象观察	(38)
§ 4.2 “裂纹单元” 几何模型	(41)
§ 4.3 晶界——“精细裂纹”	(42)
§ 4.4 讨论	(43)
§ 4.5 应用	(44)
§ 4.6 余音	(44)

第五章	CBN“活化处理”及其应用	(46)
§ 5.1	CBN“活化处理”的必要性	(46)
§ 5.2	“活性粘结”模型设计原则	(47)
§ 5.3	“活化处理”“基元”的选择	(47)
§ 5.4	“活化处理”试验	(48)
§ 5.5	CBN单晶“活性”表层的生成	(50)
§ 5.6	CBN粘结型聚晶机制	(51)
第六章	CBN单晶表面的“活化”过程机制	(52)
§ 6.1	多级活化机制	(52)
§ 6.2	精细模型	(54)
§ 6.3	应用	(57)
第七章	CBN“融合型”聚晶机制模型	(60)
§ 7.1	单项试验及检测分析	(60)
§ 7.2	CBN“融合型”聚晶机制	(62)
第八章	高显高压下CBN聚晶晶粒长大及其主要影响因素	(67)
§ 8.1	加热时间对CBN聚晶晶粒长大的影响	(67)
§ 8.2	加热温度对CBN晶粒长大的影响	(69)
§ 8.3	合金元素对CBN晶粒长大的影响	(70)
§ 8.4	CBN晶粒长大类型	(72)
§ 8.5	小结	(72)
第九章	立方氮化硼与硬质合金“复合聚晶”(CBN/ $\text{WC} + \text{Co}$)的粘结机理	(74)
§ 9.1	“复合聚晶”(CBN/ $\text{WC} + \text{Co}$)的特点	(75)
§ 9.2	CBN/ $\text{WC} + \text{Co}$ “复合聚晶”元素扩散的特点	(75)
§ 9.3	CBN/ $\text{WC} + \text{Co}$ 交界面内应力状态的影响	(78)
§ 9.4	CBN/ $\text{WC} + \text{Co}$ 界面粘结机理	(79)
§ 9.5	小结	(81)

第十章	CBN 车刀在“干切削”条件下发生的 CBN——	
	HBN 可逆转化.....	(83)
§ 10.1	两个单项试验及其分析.....	(83)
§ 10.2	结论.....	(86)
第十一章	CBN 聚晶体及其刀具(LDF-J-C ₁ 型)的研制.....	(88)
§ 11.1	试验及其分析.....	(89)
§ 11.2	聚晶块扫描电镜检测及分析.....	(96)
§ 11.3	立方氮化硼聚晶体车刀(LDF-J-C ₁ 型)制	
	造工艺简述.....	(96)
§ 11.4	聚晶刀具的切削检验.....	(97)
§ 11.5	[附] LDF-J-CF II 型性能简介.....	(98)
第二部分		(101)
第十二章	立方氮化硼综述.....	(101)
§ 12.1	立方氮化硼(CBN)发展简史.....	(101)
§ 12.2	立方氮化硼的结构与性能.....	(102)
§ 12.3	立方氮化硼单晶及聚晶体的制造方法.....	(104)
§ 12.4	立方氮化硼在生产中的应用.....	(109)
§ 12.5	展望.....	(111)
第十三章	立方氮化硼刀具与难加工材料.....	(113)
§ 13.1	刀具材料发展简史.....	(113)
§ 13.2	难加工材料.....	(115)
§ 13.3	对立方氮化硼刀具磨损机理的探讨.....	(124)
§ 13.4	立方氮化硼刀具合理加工范围及其合理使用.....	(128)
§ 13.5	立方氮化硼刀具的正确、合理使用.....	(129)
	[附] 立方氮化硼车刀生产应用实例.....	(130)
第十四章	立方氮化硼刀具在热喷涂(焊)新工艺推广	
	中的应用.....	(138)
§ 14.1	喷涂(焊)零件的可加工性.....	(139)

§ 14.2	解决喷涂(焊)零件加工的途径.....	(140)
§ 14.3	用立方氮化硼刀具加工喷涂(焊)零件.....	(142)
§ 14.4	小结.....	(152)
第十五章	国外立方氮化硼聚晶体及其刀具研制、生产 与使用概况.....	(156)
§ 15.1	苏联.....	(157)
§ 15.2	美国.....	(160)
§ 15.3	日本.....	(162)
§ 15.4	英国De Beers 公司.....	(178)
结束语		(180)

热天平感量 0.2%

3. 其它

升温速度 7.5°C/分

记录纸走速 2毫米/分

加热坩埚 铂坩埚

二、试验结果

所获差热分析图谱见图 1-1 至图 1-11, 并根据图 1-1 至图 1-11 制得表 1-1 及图 1-12、图 1-13 及图 1-14。

§ 1.2 讨 论

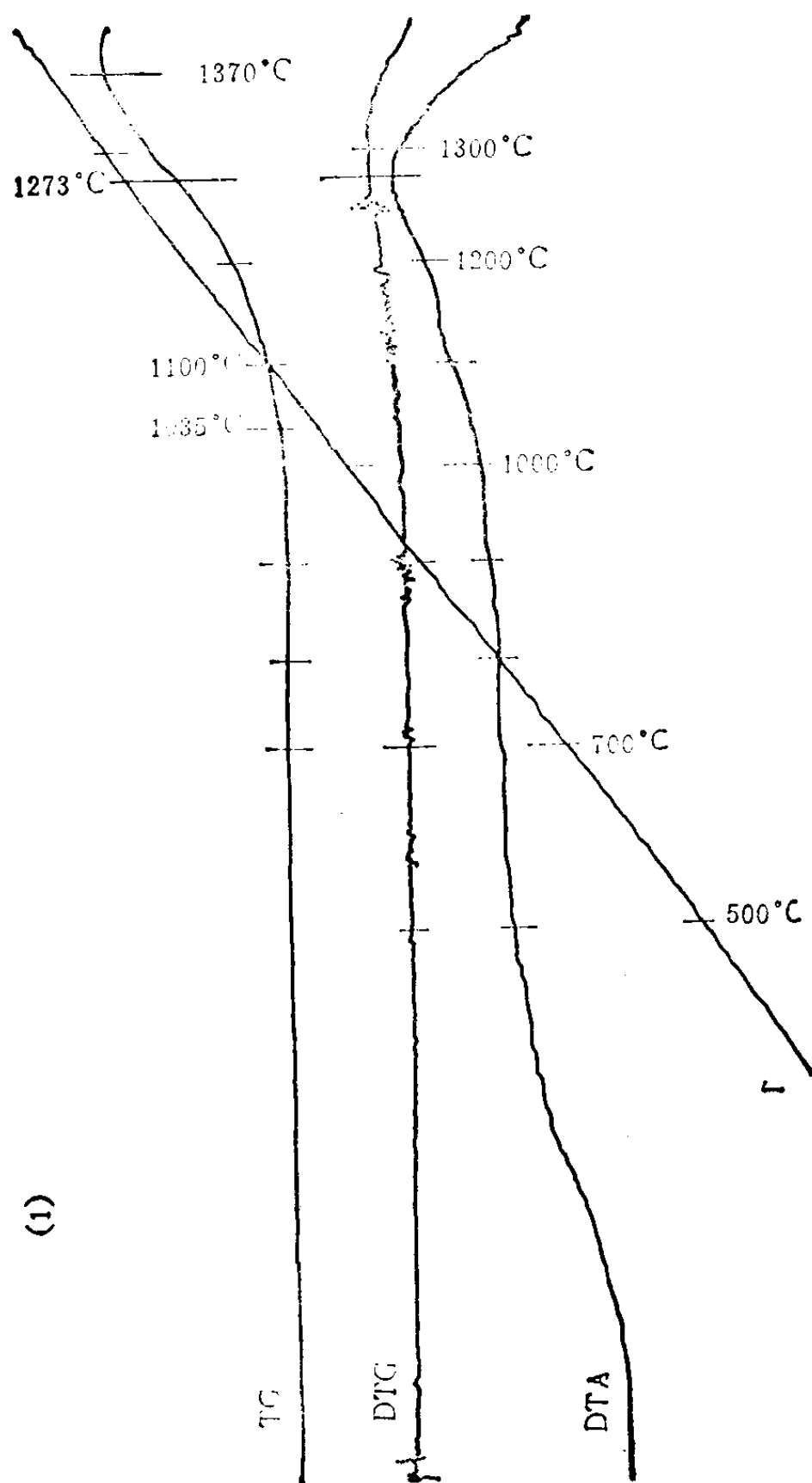
一、研究 CBN 差热曲线发现有两个值得注意的点: 一个是 TG 曲线开始明显上升的点, 即氧化起始温度点 (在此点之前 TG 略有减重); 另一个点即 DTA 曲线峰值所对应的温度, 已为 x 光衍射证实为“六方化”相变点⁽¹⁾。

氧化与“六方化”的区分, 对 CBN 而言是明显的。金刚石亦是如此, 只不过氧化起始点和石墨化点距离较近罢了。

二、“六方化”点和氧化起始温度点均随比表面增加而向低温方向移动, 见图 1-1 至图 1-9。由于“晶形”优劣本身也存在比表面积上的差异, 所以同颗粒度不同“晶形”状态的 CBN 单晶, 同样存在这一规律, 见图 1-3、1-4、1-6。

三、CBN 之氧化增重率随比表面的增加而增大 (见图 1-13、1-14)。这显然与比表面增大后“活性”增强直接相关, 此外, 就其来源追溯, 往往比表面大的原料一部分系破碎而来, 一部分则是“细料”, 这些“细料”往往生长发育不好, 内在质量不佳, 也是其热性能较差的一个重要因素。

四、CBN 在差热分析过程中有大量气体释放出来, 经四极质谱鉴定含有: H_2 、 H_2O 、 N_2 、 CH_4 、 CO 、 CO_2 ⁽²⁾。而放 N_2 和



1-1

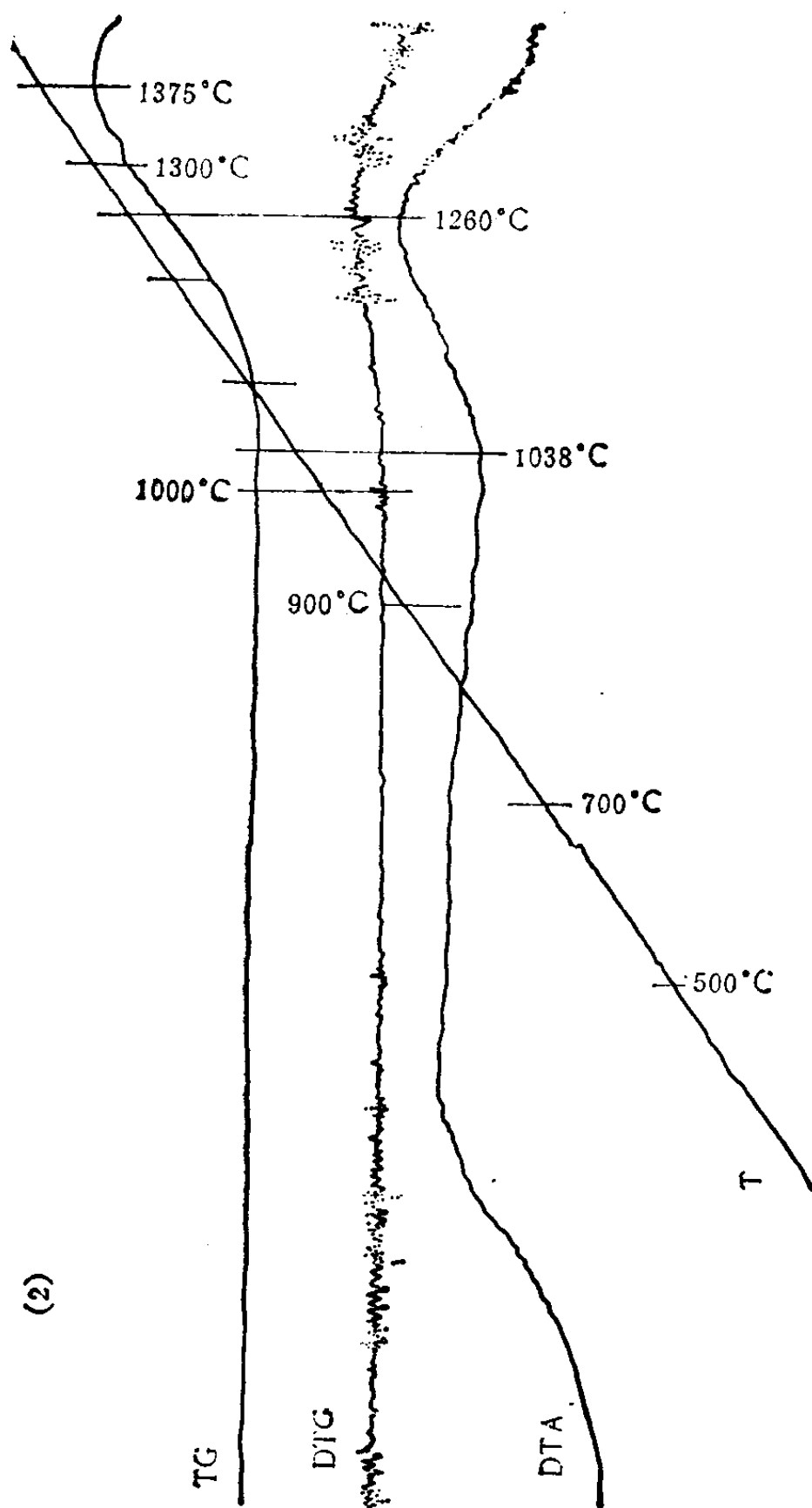


图 1-2

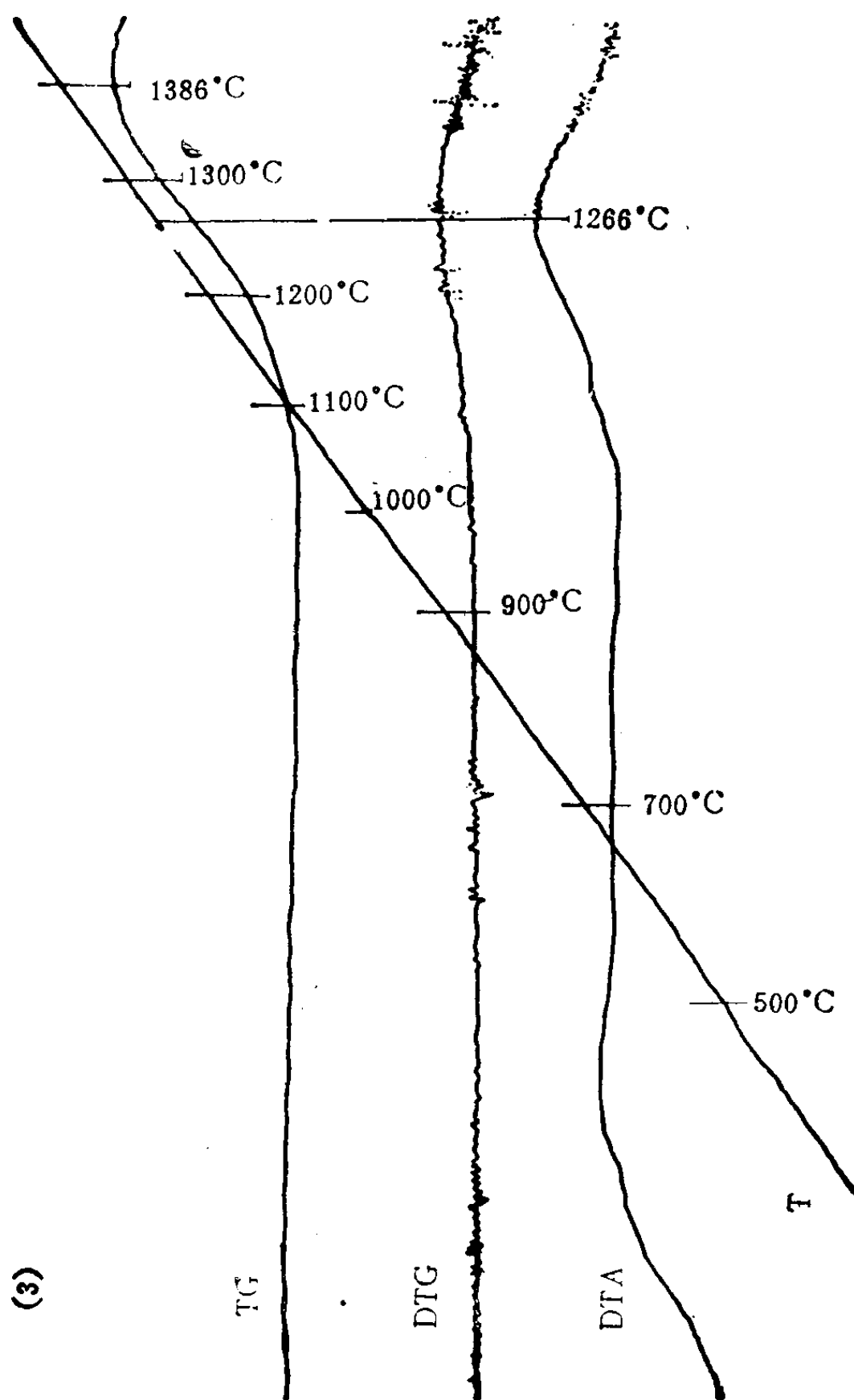


图 1-3

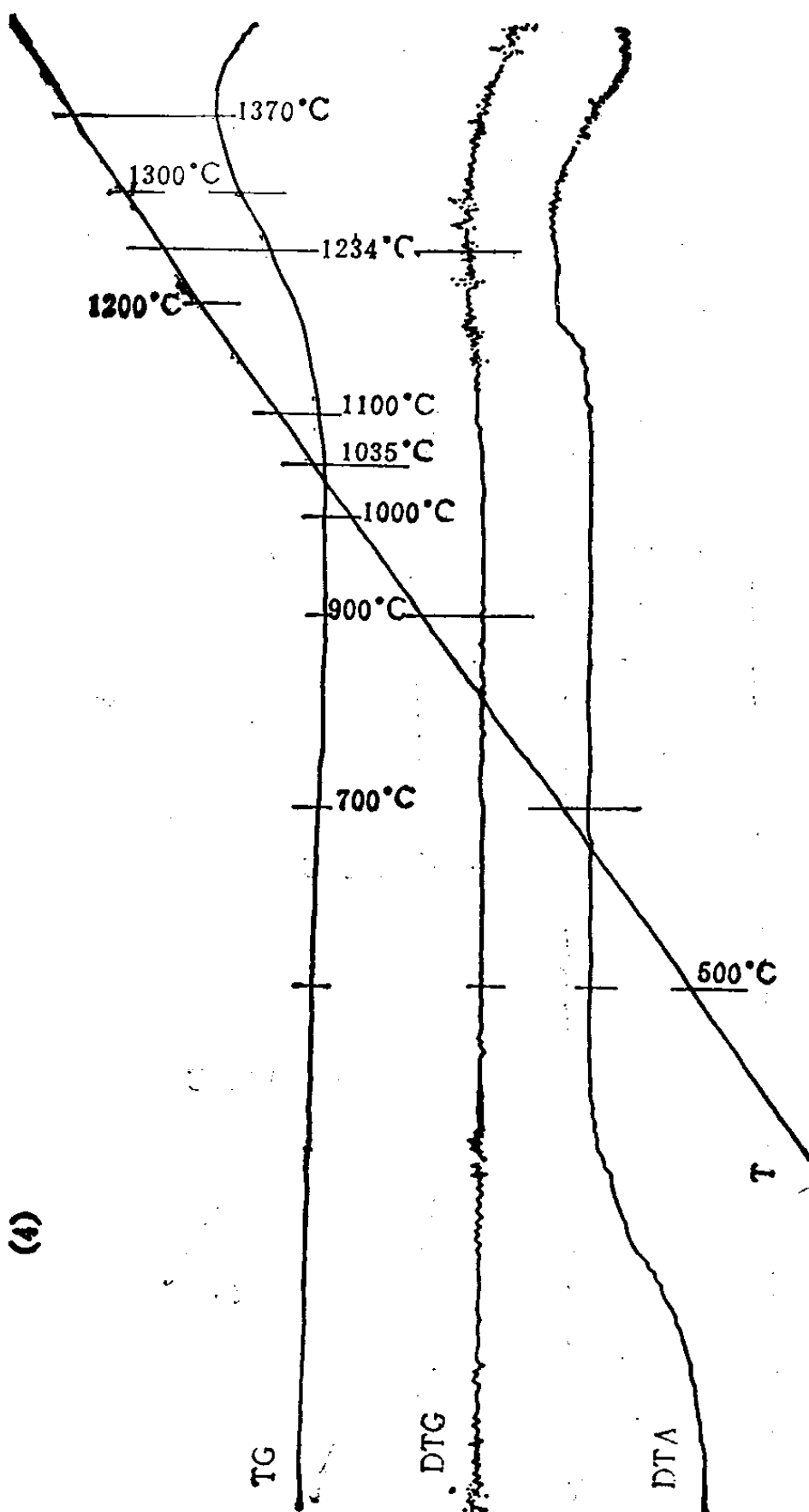


Fig 1-4

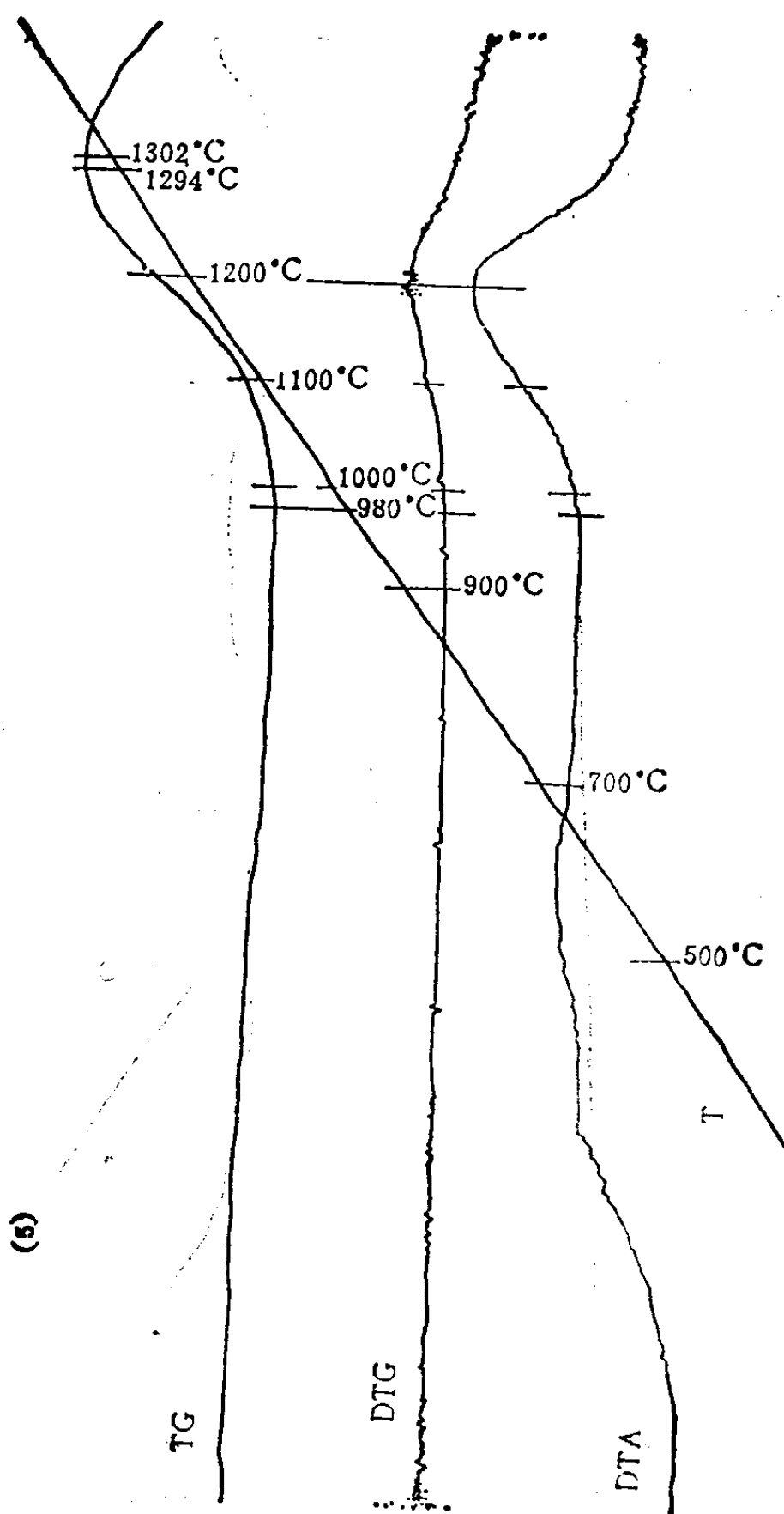


图 1-5

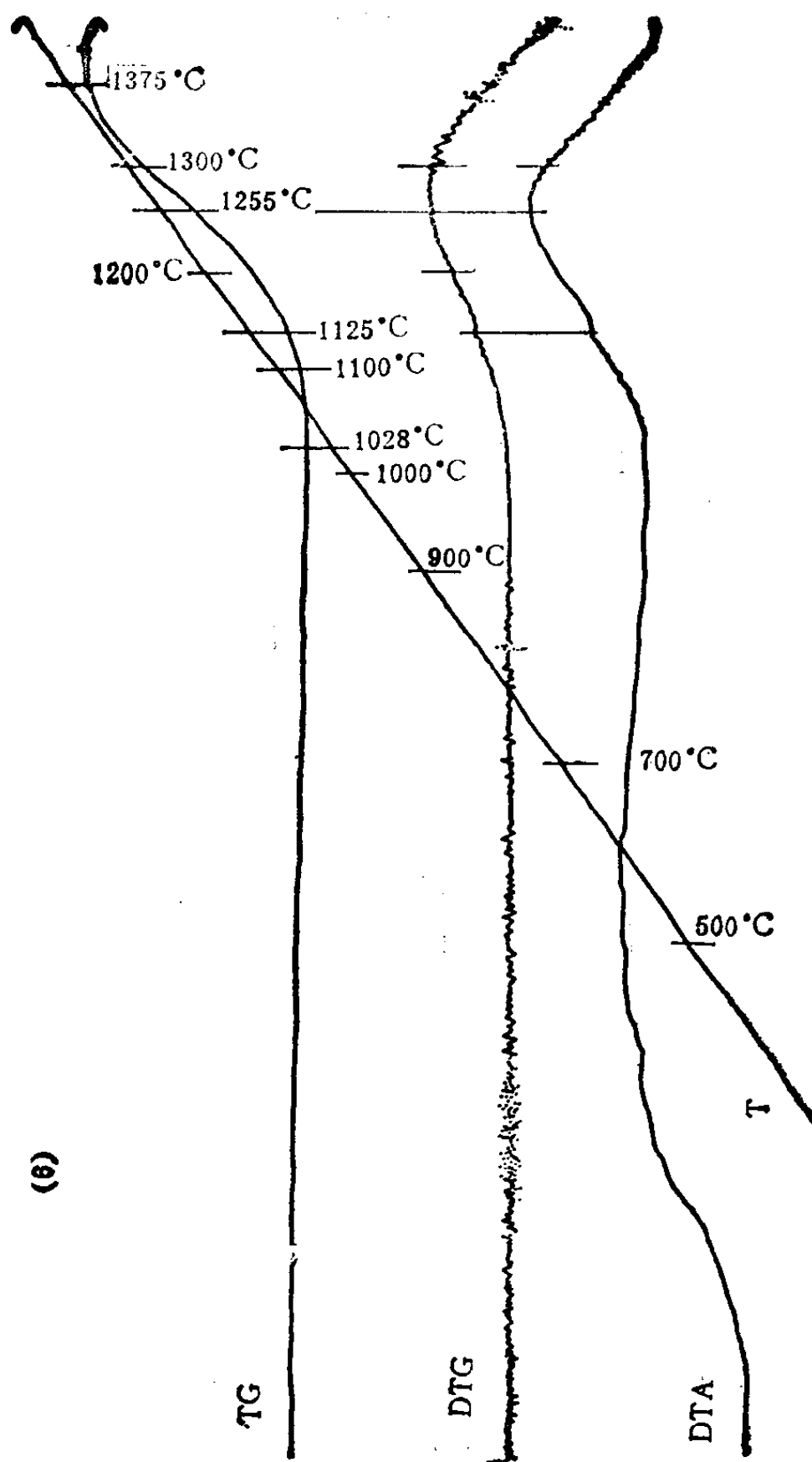


图 1-6

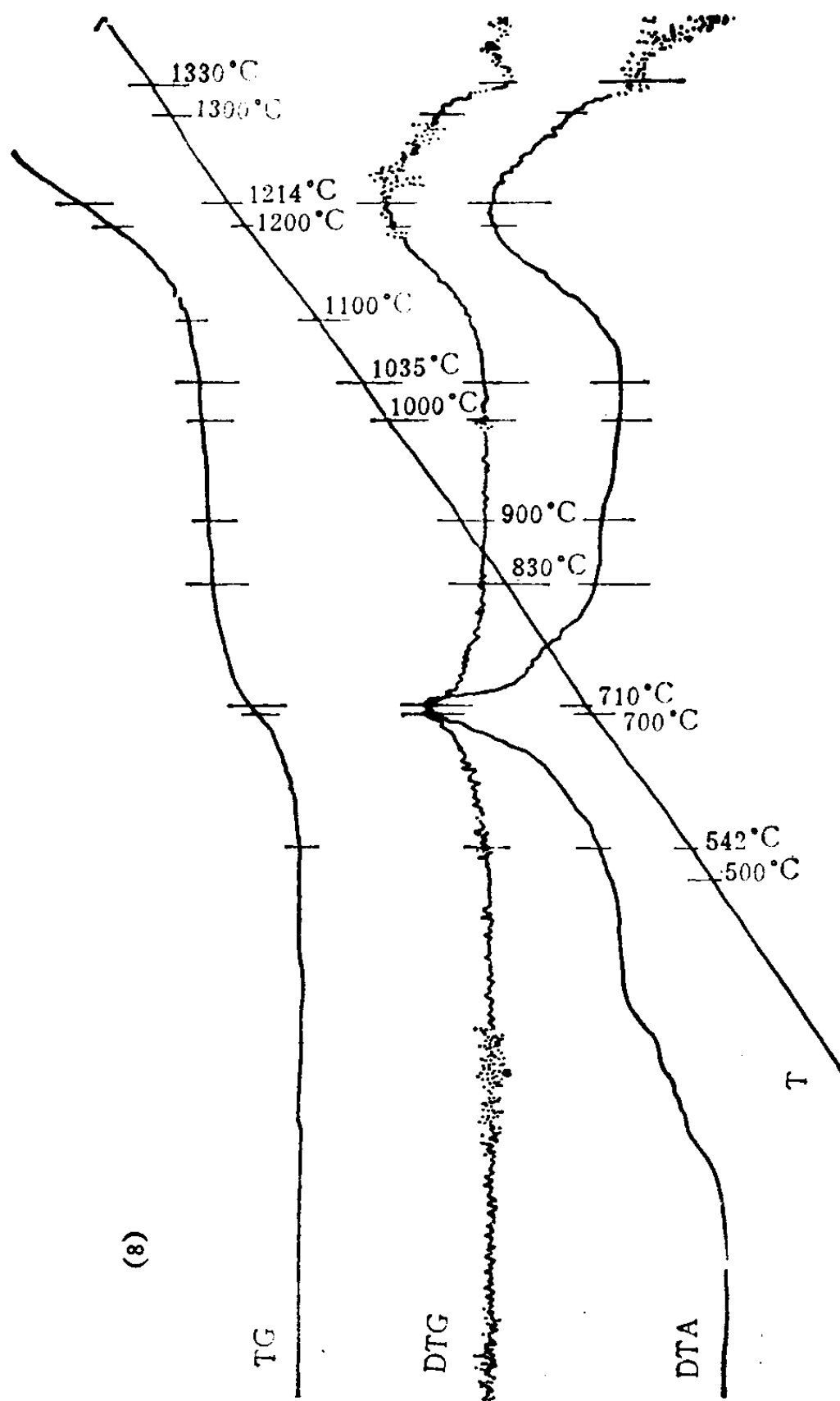


图 1-7