

遼寧省金屬學會

# 一九六二年年會論文選集

(耐火專業分冊)

遼寧省金屬學會

1963.12.

## 前 言

辽宁省金属学会1962年10月在鞍山召开了1962年年会。会议期间采矿、选矿、炼铁、炼钢、压力加工、焦化、耐火、有色冶炼、分析化验等九个专业举行了学术报告会，总结了辽宁冶金系统几年来在党的正确领导下，在冶金科学技术方面所取得的主要成就，交流了学术经验，开展了学术讨论，并决定评选优秀论文出版论文选集。

“辽宁省金属学会1962年年会论文选集”按专业性质编为六个分册，第一分册（炼铁和焦化专业）和第二分册（炼钢和压力加工专业）委托辽宁人民出版社出版；第三分册（采矿和选矿专业）、第四分册（耐火专业）、第五分册（有色冶炼专业）和第六分册（分析化验专业），委托鞍山市金属学会协助印刷。

选集由内部发行，供有关专业领导干部和工程技术人员参考。由于缺乏编辑经验，论文中不当与错误之处，请读者予以指正。

辽宁省金属学会

1963年7月

## 目 录

|                                                                                                                                                                                           |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 耐火专业学术組学术會議紀要.....                                                                                                                                                                        | ( 1 ) |
| $\text{MgO}-2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2-\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2-\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}-\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$<br>系熔液最后結晶的固相..... | ( 5 ) |
| 平炉炉頂鎂鋁磚損毀机构的探討.....                                                                                                                                                                       | (21)  |
| 碱性平炉炉頂結構应力与炉頂寿命的关系.....                                                                                                                                                                   | (32)  |
| 若干工艺因素对鎂质耐火材料物理性能影响的研究 ( I ) .....                                                                                                                                                        | (38)  |
| 制磚鎂砂真比重問題.....                                                                                                                                                                            | (46)  |
| 关于焙烧粘土制品短隧道窑与干燥器連接成一个机組問題的討論.....                                                                                                                                                         | (57)  |
| 关于採用带炉篦預热机的迴轉窑煅烧鎂砂的几个問題.....                                                                                                                                                              | (62)  |
| 特殊鋼浇注用鋼罐衬磚、塞头鑄口磚使用研究.....                                                                                                                                                                 | (77)  |
| 硅炭棒烧成技术改进.....                                                                                                                                                                            | (85)  |
| 採用合成鋁鎂砂制炉頂磚生产工艺問題的商榷.....                                                                                                                                                                 | (90)  |

## 耐火专业学术組学术會議記要

辽宁省金属学会1962年年会10月25日至11月1日在鞍山召开，参加这次年会耐火专业組的共有9个单位19名代表，並經常有20—40人列席會議。会上宣讀了14篇論文，圍繞这些論文，大家进行了热烈的討論，討論情况記要如下：

### 一、關於鑄錠用磚問題：

目前鑄錠用磚存在不少問題，特別表現在澆鑄特殊鋼时的非金属夹杂严重和大型平炉鋼厂的漏鋼上，目前有关单位对此都在进行工作，这次会上在这方面就有3篇論文，但还都在开始阶段，很多問題尚未搞清，今后还須大力加强这方面的工作。

在討論中大家认为：

1. 目前对鋼中非金属夹杂的来源尚未搞清，是否由于鑄錠用磚质量不好而造成，尚須进一步探明。

2. 試驗資料表明：某些流鋼磚虽然在使用后表現侵蝕严重，但它所澆鑄鋼錠中的非金属夹杂反而比侵蝕較輕的磚为少，又有資料說明使用气孔率高（30%左右）的流鋼磚时，鋼中非金属夹杂反而沒有使用合格流鋼磚时严重，国外資料中也可找到类似情况，因此，为了減少鋼中非金属夹杂，要求流鋼磚具有何种性能尚未搞清，急需做进一步的研究，由此也有人設想可以通过改变夹杂物顆粒大小，在鋼水中的表面张力，其与鋼水的浸潤性以及其比重等来使其在鋼液中浮起而減少在鋼錠中的夹杂。

3. 很多同志认为鋼缶衬磚侵蝕严重，会增加鋼中的非金属夹杂，衬磚的损坏是由于鋼渣的侵蝕和鋼水冲刷，何者为主目前尚无法判断。为減少衬磚的侵蝕一般认为应向高鋁和高密度方向发展，有几个单位在使用60—65%  $Al_2O_3$  含量的高鋁衬磚后，平均寿命提高了50%以上。

有同志从衬磚使用条件考虑认为当前提高衬磚质量的关键是提高制品的煅烧溫度，但有些同志认为这样提法不如上述提法全面。

也有同志提出可以考虑在鋼缶上試用粘土—硅炭衬磚。

4. 塞头磚改用高鋁质后，侵蝕情况大有好轉，但因掉头而造成的漏鋼事故仍未消灭，应改进塞头磚的何种性能来消除掉头現象，目前尚未搞清，有人认为其几何形状也是应该考虑的一个因素。

5. 实践証明：不同鋼种对于鑄錠用磚的要求也不同，因此我們应分鋼种来研究改进质量的措施。

6. 在实际工作未得出結論前，生产单位应尽量稳定工艺，使用单位应加强砌磚和維護，这可为加速研究創造条件。

通过討論，会上提出以下建議：

1. 有关领导应大力組織生产, 使用和研究单位共同协作来进行鑄錠用砖的使用損毀研究, 为提高砖的质量指出方向, 特別要求鞍山焦耐設計研究院能积极参加並领导此項研究工作。

2. 建議鞍鋼和撫鋼(在金属研究所的协助下)在1963年組織利用放射性  $\text{Ca}^{45}$  来測定鋼中非金属夹杂的工作。

3. 建議“耐火技术情报”出版 1—2 期有关鑄錠用砖与鋼中非金属夹杂关系方面的专利。

4. 考虑到衬砖和塞头砖, 水口砖都将向高鋁方向发展, 在一些特殊鋼厂(如本鋼)应建立相应的高鋁耐火材料車間。

## 二 關於平爐、电爐頂使用損毀的問題:

这次在这方面提出論文 4 篇(其中 1 篇是与上一問題合成一篇的)。

1. 大家认为: 由于各方面工作的改善, 平电炉炉頂寿命都在不断改善, 大型平炉頂寿命一般可达 300 炉以上, 电炉炉頂一般可达 70—80 炉。

2. 对鎂鋁平炉頂砖的損毀大多数人同意最根本的是由于結構应力所引起, 热应力也是一个重要因素, 而由于化学侵蝕形成化学段带所引起的应力只起补充作用。但也有人不同意上述看法而认为最根本的原因是热应力, 因此必須提高砖的耐崩裂性。

3. 大家认为由于化学侵蝕而造成的損毀在目前是較輕微的, 如鞍鋼某 470 吨固定式平炉在使用至 275 炉时測量損耗在中門中部仅为 0.035mm 1 炉鋼, 但也指出当平炉採用高发热值燃料和向炉內吹氧等措施强化冶炼后, 对炉頂的侵蝕将会加剧。

4. 在研究平炉炉頂損毀的同时, 应进行炉体其他部位損毀的調查研究, 以改进这些部位用砖质量, 提高这些部位的寿命以与炉頂寿命相适应, 不然炉頂长寿的优越性也就不能充分发挥。

5. 对电炉炉頂用砖一致认为不应采用粘土砖或三等高鋁砖、應該採用一、二等高鋁砖或鎂鋁砖。有人认为目前由于鎂石资源的限制, 而在电炉炉頂上不考虑試用碱性砖是不合理的, 因为电炉炉頂用砖总的消耗量只佔碱性砖产量中的一个很小比例, 而全国一、二等高鋁矾土的資源也並不多。

在电炉頂上也可考虑採用类似平炉頂上的吊掛裝置, 以延长其使用寿命。

通过討論, 提出以下几点建議,

1. 有关单位應該繼續組織炉頂損毀机构的研究, 如採取預留脹縫以減少結構应力的試驗, 不同耐崩裂性鎂鋁砖的对此使用試驗等以进一步澄清損毀原因。

2. 有关单位应迅速建立更符合使用条件的測定碱性砖性能的方法, 如 1300℃——风冷的耐崩裂性測定, 高溫强度測定和高溫蠕变性能測定等。

3. 鑑于美国等採用鉄壳嵌鉄片, 不烧碱性砖在平炉頂上使用很成功, 建議有关单位也应組織这种砖的試制和試用工作。由于这种砖的不烧可以比燒結制品利用更广泛的原料(如高  $\text{CaO}$  含量的鎂砂) 由于其在高溫下的收縮和鉄壳留出的縫隙, 加上它外形的規准, 也有可能大大減小結構应力。

### 三、關於耐火熱工設備方面的問題：

這次會上共提出這方面的論文 2 篇。

1. 關於煅燒粘土制品短隧道窯將干燥器联接成一個機組問題的討論，根據目前生產資料在联接起來後制品如不經預先干燥成品率有顯著下降，因此有必要重新來研究其联接是否合理。比較一致的意見認為，如果肯定半干與熟料制品必須預先干燥那就應將干燥器和燒成窯分成兩個機組，這樣便於分別調整兩個不同要求的热工制度，如果經過試驗證明半干與熟料制品可以不經干燥直接煅燒，那就可以联接起來但應研究一個合理的热工制度。

建議焦耐設計院迅速對此問題進行研究，以確定今後這類隧道窯的設計方向。

2. 關於煅燒鎂砂迴轉窯的討論中，大家認為迴轉窯是一個先進設備，並有可能利用碎礦是具有生命力的，但目前它的各項指標均不如豎窯，而且飛塵極大，嚴重影響周圍的農作物，因此必須組織力量使其迅速技術過關，並將飛塵量減至規定範圍以下。

鑑於成球技術上還有不少問題，在窯內破碎“二次成球”的現象一時還很難解決，而在國外資料中看到有用這種帶爐篦式預熱器迴轉窯煅燒塊礦(5 | 50mm)成功的經驗，因此認為今後應將重點放在煅燒塊礦上，而粉礦成球的問題是放在比較容易解決的煅燒合成砂(如鎂鋁砂、鎂鈣砂等)上在一條窯上試驗這可使問題迅速的解決

### 四、一般生產工藝問題：

這次會上提出這方面的論文 6 篇

1. 高密度制品的制造工艺：有人提出在高压成型時應考慮顆粒被壓碎而破碎原有顆粒組成以及成型模板材質(如在成型高密度砂磚時，一般模板成型100塊磚就被磨損)的問題，

有人提出可以通過加入一定的加入物來降低氣孔率，有人對此提出補充，認為採用這種措施時必須不影響制品的其他高溫性能

認為在製造高密度鎂磚時還要同時解決煅燒良好的高純度鎂砂和生產規模的高溫(1750—1800℃)煅燒窯的問題：

2. 鎂砂的真比重：認為鎂砂的真比重除與其煅燒溫度有關外，並受其化學成分，特別是  $\text{SiO}_2$ ， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量的影響，因此不能孤立用真比重來衡量鎂砂的煅燒質量，而必須對不同化學成分的鎂砂分別訂出不同真比重的要求，為此有關單位要進行工作，積累資料，以為修改技術條件提供依據。

會上認為有關單位應研究建立一個比較簡單而又難確的抗水化性的鑑定方法以能代替真比重來鑑定鎂砂煅燒質量。

3. 利用合成鎂鋁砂(在細粉部分)製造鎂鋁磚：會上一致肯定這是一個合理的措施，它可以提高鎂鋁磚的質量，但有人指出當配料中粗顆粒部分如也採用合成砂，則從礦物組成觀點來看它已不同於目前所用的鎂鋁磚，對其性能和使用情況應另行研究。

有人提出目前合成砂的煅燒溫度(1960℃左右)還太低，應提高以減少制品的燒成收縮。

4. 高爐爐底碳素搗固：目前在大型高爐爐底和爐缸，採用碳素搗固內襯還有不同意見，在本鋼和鞍鋼分別有着使用失敗和成功的經驗。

就碳捣工艺本身来说，还缺乏衡量碳捣质量的指标，因此难以判断质量好坏，为工艺的研究带来困难。

大家认为这次年会开得很成功，彼此交换了情况和意见，对大家很有启发，推动和促进了所进行的工作，因此建议今后要加强学会的活动，计划在1963年本专业有两次活动，一次为6—7月间在抚顺举行，其内容为如何改进鑄錠用砖质量，一次为10月间在鞍山举行，这是一次综合性的论文报告和讨论。

为了加强技术资料的交流，建议各单位将试验研究总结和有关技术资料能分寄在进行同类工作的单位。

会上酝酿并成立了本专业的专业组（组长：雷天壮、付组长：郑安忠、竇立芳。秘书：严行健，组员：荣子锦、王庆麟、楊仲衡、郑兆炎。）

会上推荐“ $\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  系溶液最后结晶的因相”特殊钢厂用盛钢桶衬砖，塞头砖和水口砖使用总结”“平炉镁铝砖损毁机构的探讨”“碱性平炉炉顶结构应力与炉顶寿命的关系”“若干工艺因素，对镁质耐火材料物理性能影响的研究”“采用合成镁铝砂制炉顶砖生产工艺问题的商榷”等文章在大会论文选集上发表。并推荐给有关杂志发表。

1962年11月1日

# $\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 系熔液最后結晶的固相

鞍山焦化耐火材料設計研究院 郁 國 城

## 摘 要

本工作用測定液限溫度及固相反應方法推測在  $\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  系內溶液冷卻時，最后在  $1437^\circ\text{C}$  結晶成為  $(\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3, \text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3, \text{MgO})$  和  $(\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2, 2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2)$  二固熔體。

## I

普通鎂砂、鎂磚一般系由下列五種晶體組成：

$\text{MgO}$ ,  
 $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ ,  
 $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ ,  
 $\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

這 5 種晶體共存時，在高溫生成液相。冷卻時，按溶液成份所在區域之不同，各個初次結晶相首先結晶，然後依次結晶。如有共熔點，到達共熔點時與液相共存的幾個晶相同時結晶。現在尚不清楚者， $\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  系內溶液最后結晶時，究竟是那幾個固相與液相共存。這 5 項晶體相互間有固溶體生成，在結晶終止時，不可能希望每一個晶體都能單獨結晶。

$\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  系的相平衡關係迄今尚付闕如。只有 Booth (1) 研究過  $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  的熔融關係。Rait (2) 推測當上述 5 個晶體共存時，可生成下列 5 個四元空間：

$\text{MgO}-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{MgO}-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{MgO}-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  
 $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$

並推測開始生成液相的溫度為  $1400^\circ\text{C}$  以上。

這一相平衡研究的困難在於不能用淬火法保留試樣高溫狀態以進行物相檢查。在本工作內，曾分別用淬火法及高溫顯微鏡測定 15 種上述 5 項晶體混合物的液限溫度。兩個結果互不相符，相差  $30^\circ\text{C}$  以上。在超過高溫顯微鏡所得的液限溫度  $30^\circ\text{C}$  以上之淬火試樣仍然含有晶

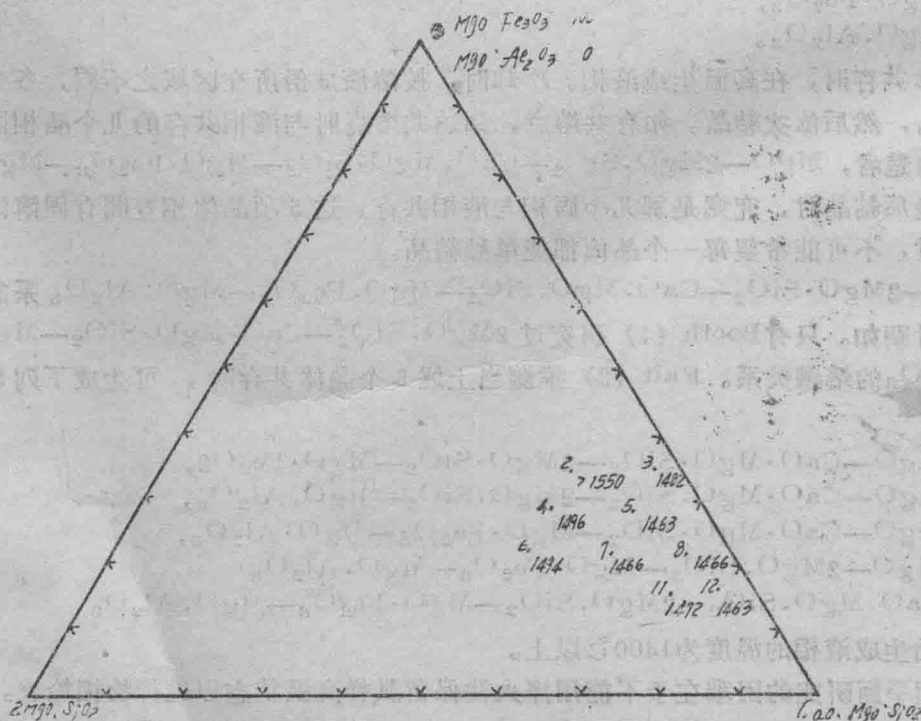
体。看上去，这类溶液在冷却时结晶太快，破坏了高温的物相关系。为了解溶液最后结晶的固相，应另用它法。

已知上列 5 种晶体在任何温度无多晶变化。如果能知上述 5 种晶相最低的液限温度的溶液成份，则这一成份的配料在液限温度以下的任何温度固相反应生成物应可认为是溶液结晶终毕温度与液相共存的固相。因此，在本工作内测定上述 5 种晶体共存时的最低液限温度，并就此温度及其相邻温度成份的配料了解固相反应生成物，由此以推测溶液最后结晶的固相。

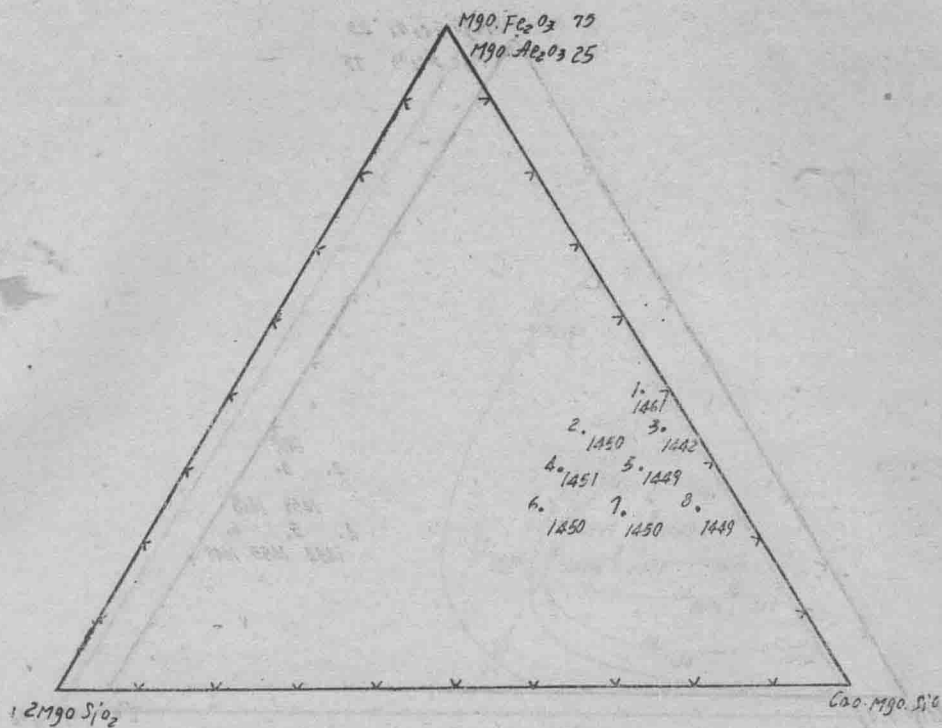
## II

为了解  $\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  系最低液限温度，用化学纯试剂配料。以 1 克配料在玛瑙乳钵内加酒精混研一小时。以高温显微镜测定各种试样的液限温度。温度准确度为  $\pm 2^\circ\text{C}$ 。热电偶不时照常校核。试样在  $1300^\circ\text{C}$  保温 1 小时，使反应完毕，然后继续升温。在温度到达熔点前  $50^\circ\text{C}$  时，控制升温速度每 5 分钟  $10^\circ\text{C}$ 。由于未将试样先行熔化、结晶、磨细再定熔点，所得结果可能略有偏高。

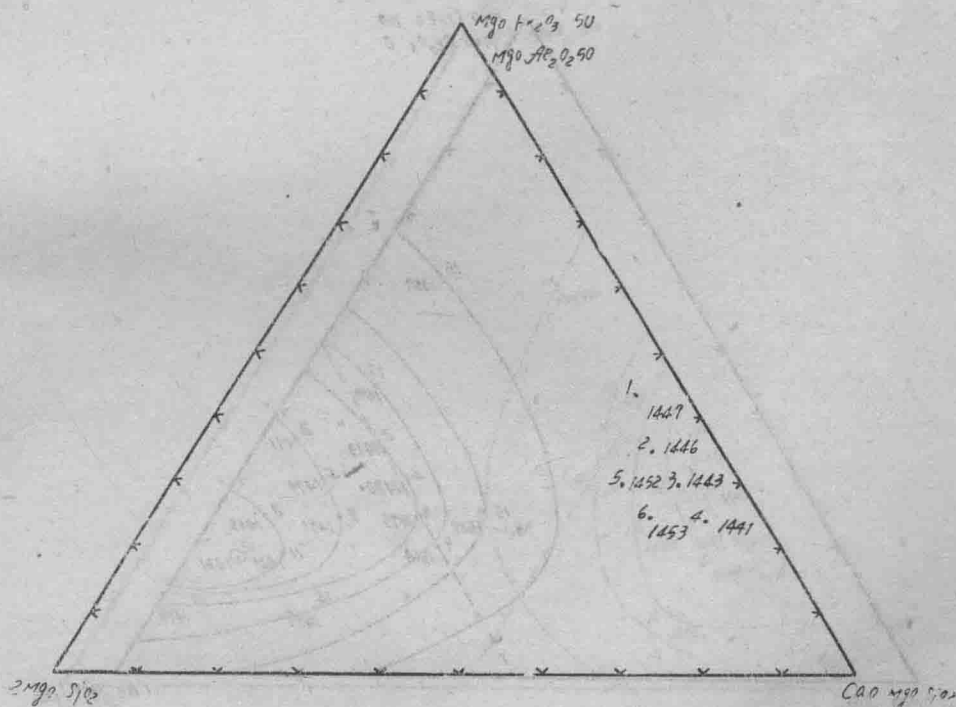
在拟定成份时， $\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  作为固溶体，成为一个相；Ricker (3) 认为  $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$  与  $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$  只生成不连续的固溶体，故  $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$  与  $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$  仍作为 2 个固相，以  $\text{MgO}-2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2-(\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3)$  4 个固相组成一个四面体。在  $\text{MgO}$  为 3、5、8% 切面上测定各有关混合物液限温度。结果列如第 1~13 图。



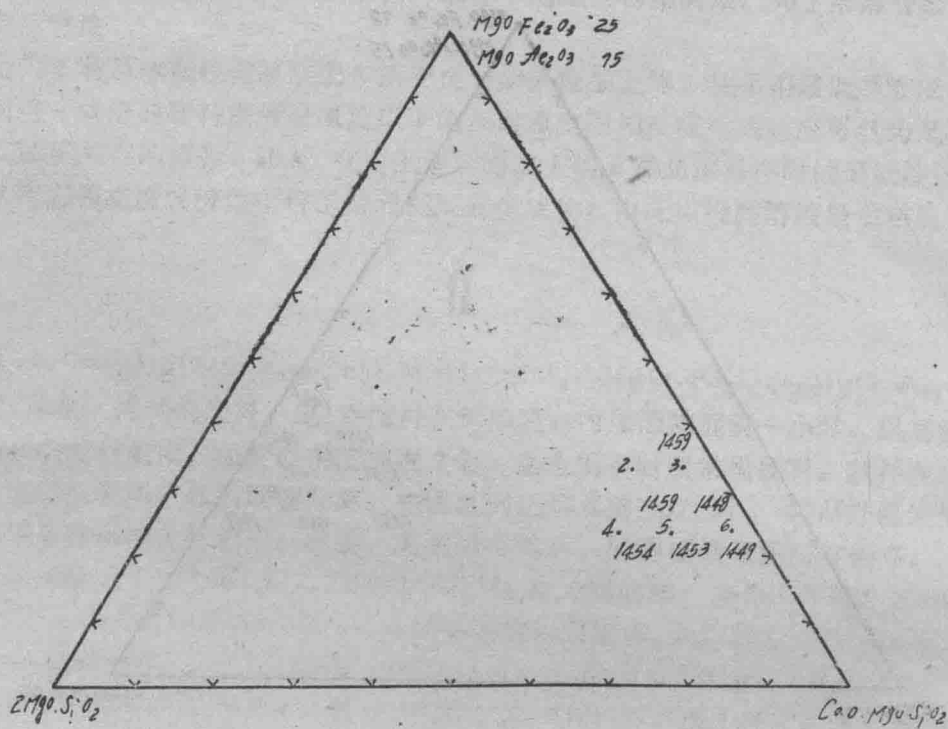
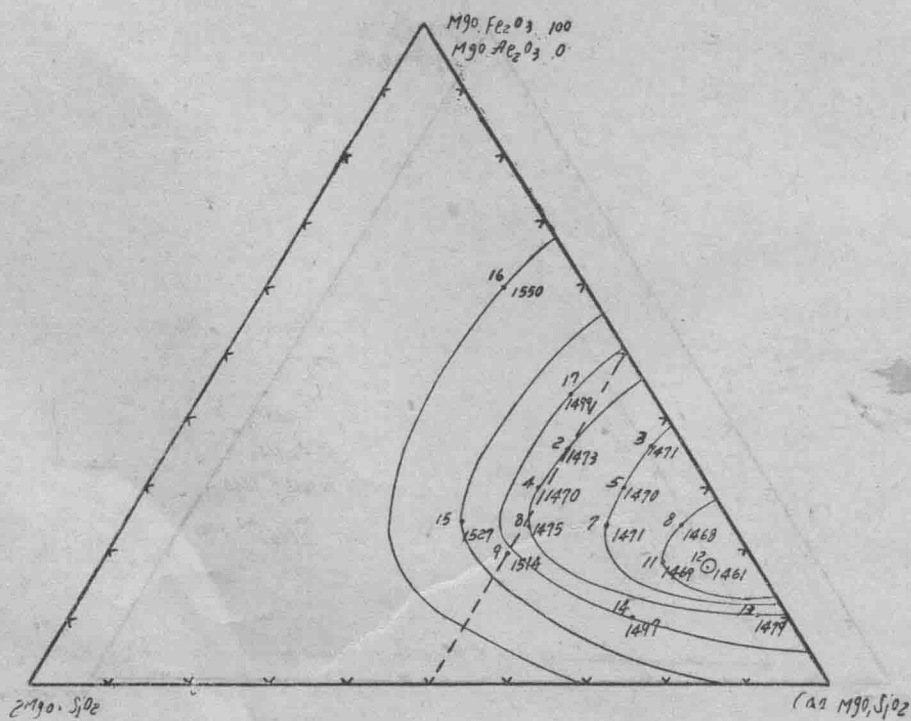
第 1 图  $\text{MgO}=3\%$

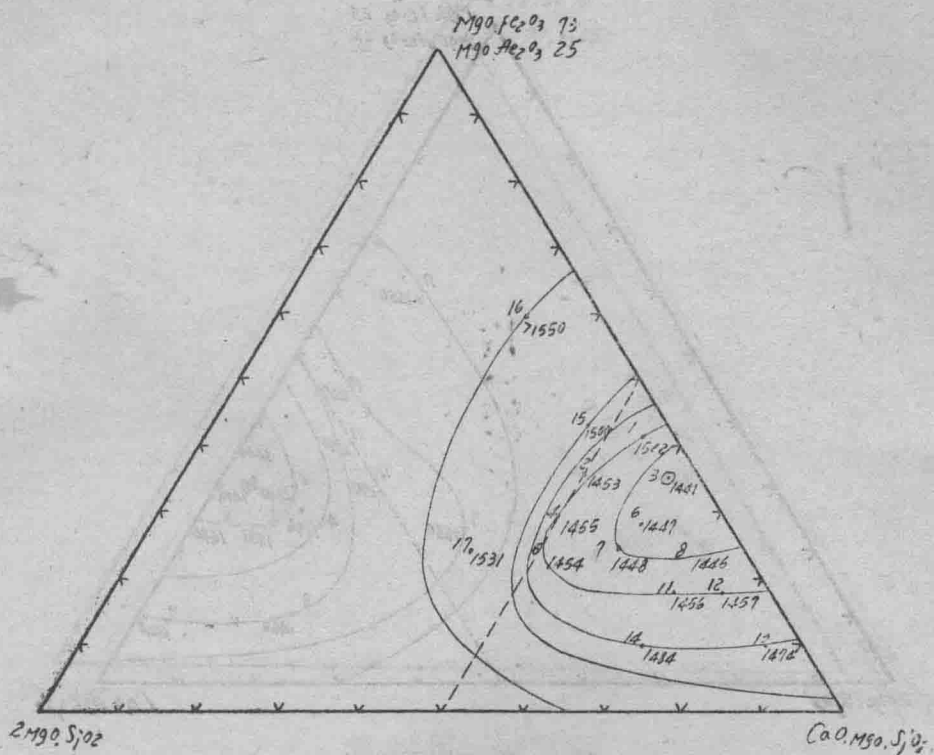
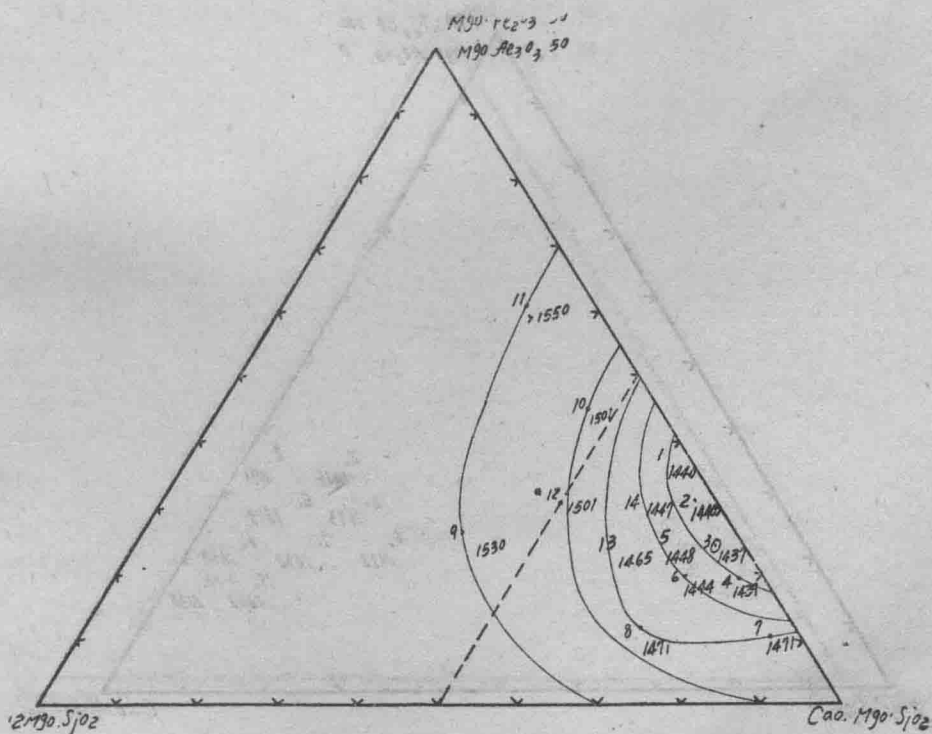


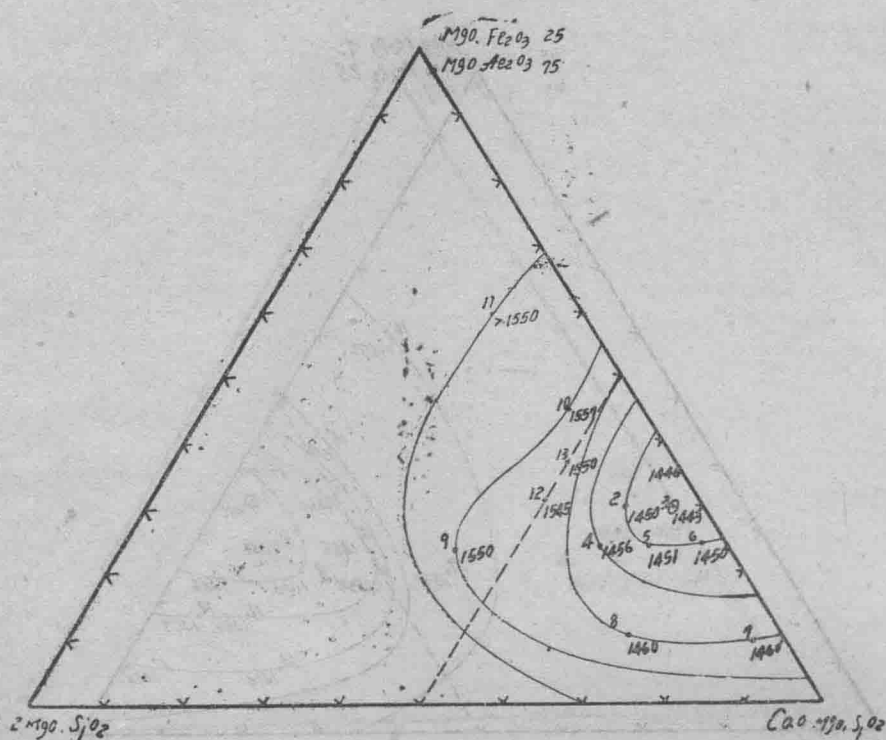
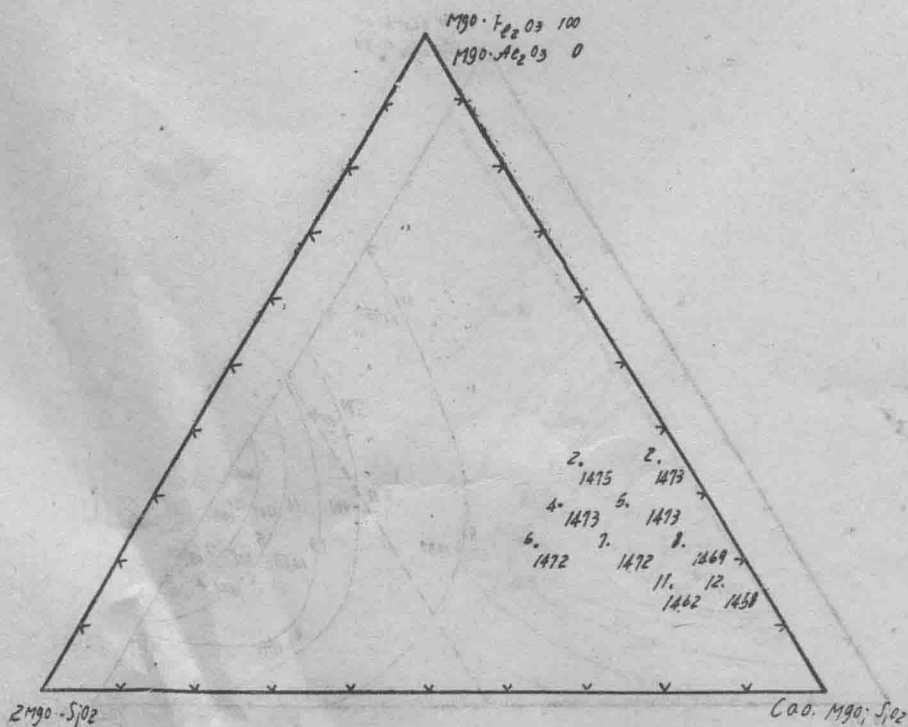
第 2 图  $MgO=3\%$

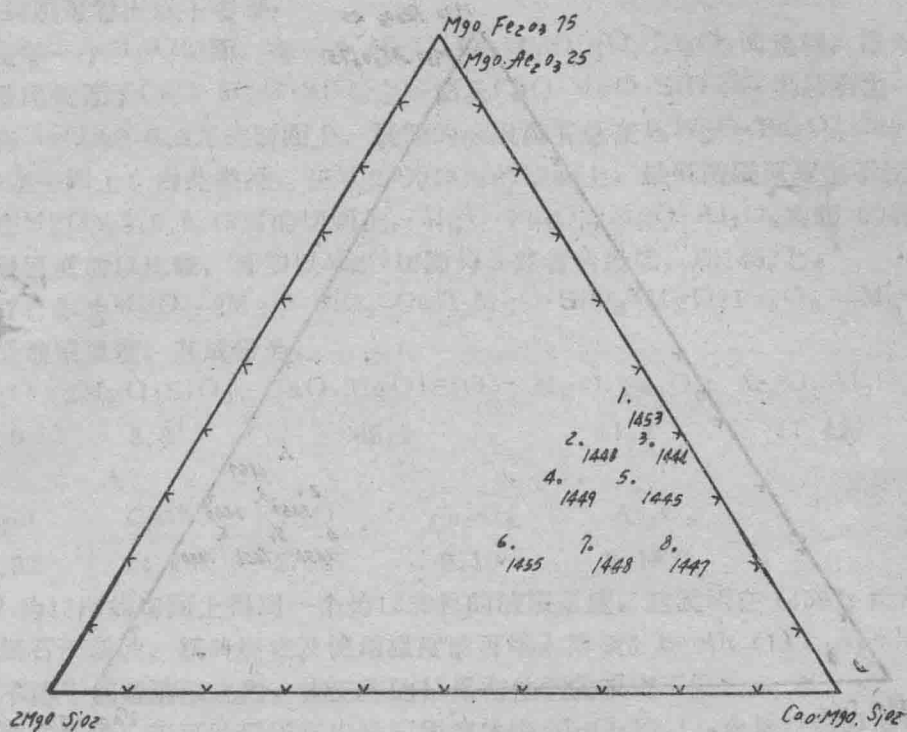
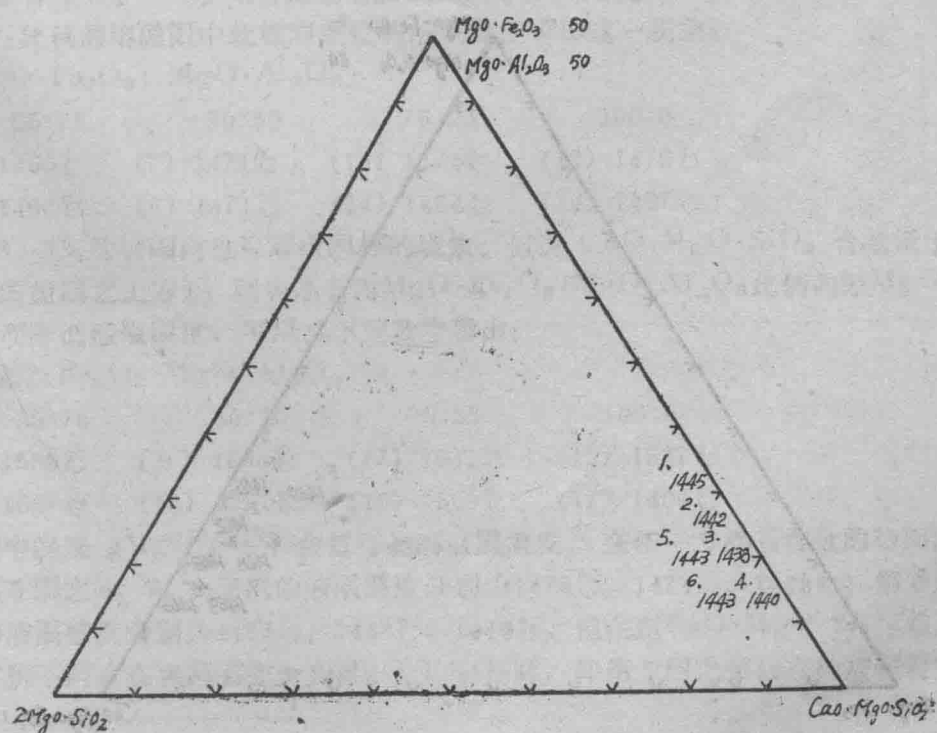


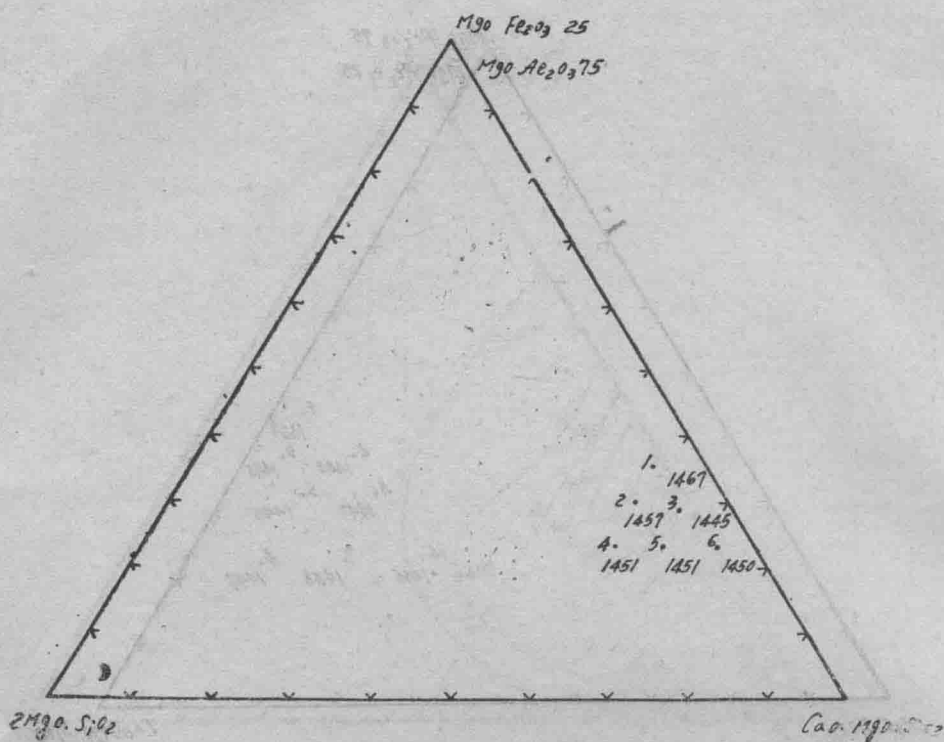
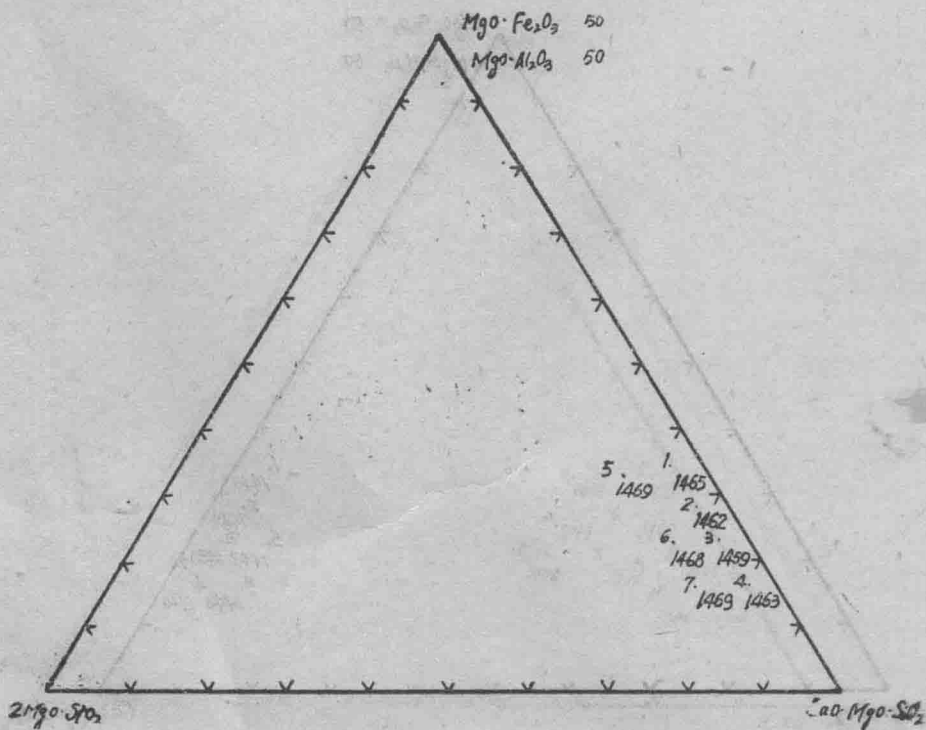
第 3 图  $MgO=3\%$

第 4 图  $MgO=8\%$ 第 5 图  $MgO=5\%$

第 6 图  $\text{MgO}=5\%$ 第 7 图  $\text{MgO}=5\%$

第 8 图  $\text{MgO}=5\%$ 第 9 图  $\text{MgO}=8\%$

第 10 图  $\text{MgO}=8\%$ 第 11 图  $\text{MgO}=8\%$

第 12 图  $\text{MgO}=8\%$ 第 13 图  $\text{MgO}=13\%$

从第1~13图可看出以下各事:

(1) 在每一个 $\text{MgO}$ 切面, 每一个 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 的比例, 最低的液限温度的成份总是比较近于 $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 之一端及 $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}$ ——尖晶石之一边。

(2) 在 $\text{MgO}$ 为3、5、8%的切面上, 最低的液限温度总是在是 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 比例为50:50之一图上。由此类推, 在 $\text{MgO}$ 为13%的切面上, 最低液限温度也不应例外。

(3) 在 $\text{MgO}$ 为3、5、8、13%的切面上,  $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 为50:50的各熔融图上的最低液限温度加以比较, 可知以 $\text{MgO}$ 切面为5%者为最低, 即1437℃。

暂定1437℃作为 $\text{MgO}-2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2-\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2-\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 共存时的最低液限温度。其成份为。

| $\text{MgO}$ | $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ | $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ | $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 5.0          | 3.8                              | 68.4                                             | 11.4                                     | 11.4%                                    |
| 或            |                                  |                                                  |                                          |                                          |
| $\text{MgO}$ | $\text{CaO}$                     | $\text{SiO}$                                     | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                  | $\text{Al}_2\text{O}_3$                  |
| 30.32        | 24.48                            | 27.87                                            | 9.10                                     | 8.18%                                    |

在 $\text{MgO}$ 为13%的切面上得到一个为1459℃的液限温度。这说明在1459℃溶液可含方镁石13%, 方镁石于镁砂、镁砖烧成及使用温度确可熔入溶液。Booth (1)、Wells (4) 等曾假定方镁石不溶于镁砖溶液之内。本工作的结果与他们的假定不同。

在这些熔融图内, 还可发现提高尖晶石固溶体中 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 含量对液限温度的关系, 就方镁石切面为5%而论, 当 $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 含量高于50%时(即第5~8图中虚线之下方), 随尖晶石固溶体中 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 含量之增加而提高了液限温度, 可在各个不同 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 与 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 比例的熔融图中就相同地位的液限温度看出这一现象:

| $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ |           |            |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|------------|
| 25:75                                                                             | 50:50     | 75:25      | 100:0      |
| (7)* 1460℃                                                                        | (7) 1471℃ | (13) 1474℃ | (13) 1479℃ |
| (8) 1460℃                                                                         | (8) 1471℃ | (14) 1484℃ | (14) 1497℃ |

在方镁石为3、8%的切面内也可看出同样的现象。但当 $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 含量低于50%时(即第5~8图虚线之上方), 则尖晶石内 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 比例内随 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 含量之增加而降低液限温度, 可以从下列数字看出:

| $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ |            |            |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| 25:75                                                                             | 50:50      | 75:25      | 100:0      |
| (9) 1550℃                                                                         | (9) 1530℃  | (17) 1531℃ | (15) 1527℃ |
| (10) 1557℃                                                                        | (10) 1501℃ | (15) 1509℃ | (17) 1490℃ |

在熔液中提高 $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 含量可提高液限温度, 在任一方镁石含量的切面内均属如此。例如第5图之6、7、8三点的液限温度分别为1475℃、1471℃、1468℃; 第6图之6、7、8三点的液限温度分别为1454℃、1448℃、1446℃。但在距 $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 端最近之外则情况又有所不同。在尖晶石完全为 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 时, 即第5图之第14点的液限温度为1497

\* 点子号码

℃, 第13点为1479℃, 二者相差18℃;  $\frac{1}{4}\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  为  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  所代时, 即第6图, 这二个相同地位的液限温度分别为1484℃、1474℃, 相差10℃; 但当  $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  为  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  所代时, 即第7~8图, 上述液限温度差别为0℃。由这一情况看来, 当熔液内  $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$  含量很多时, 在尖晶石固溶体内  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  含量提高后, 并未因熔液中  $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$  含量之增加而提高液限温度。

### III

为了解1437℃温度时与液相共存的固相, 以1437℃及其邻近温度的组成配料作为试料, 即第7图中3、4、5、6、8、9、10、及第13图中之3。

上述各配料分别编号为523、524、525、526、528、529、5210、1300。

以半克试样在玛瑙乳体内加酒精混研1小时, 熔化、再磨细。于1200℃保温5小时, 使熔液完全结晶。再以X射线检查晶相。结果列表如下:

第 1 表

| 编 号  | MgO | $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ | $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ | $(\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$ | 液 限 温 度 |
|------|-----|----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 523  | 无   | 无                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1437℃   |
| 524  | 无   | 无                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1439℃   |
| 525  | 无   | 无                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1448℃   |
| 526  | 无   | 无                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1444℃   |
| 528  | 无   | 无                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1471℃   |
| 529  | 无   | 有                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1530℃   |
| 5210 | 无   | 无                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1501℃   |
| 1300 | 有   | 无                                | 有                                                | 有                                                                                  | 1459℃   |

在524以至5210各试样内未得到  $\text{MgO}$  线条, 而在这些配料内方镁石含量超过X射线衍射可见度。除529外, 在各试样俱未得到  $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$  线条。尖晶石固溶体线条处于  $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  及  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  线条之间而偏向于  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  一侧。曾测定一部份试样尖晶石的点阵常数为8.18, 小于  $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = 1:1$  (重量比) 的固溶体应有数值8.20(5)。由  $\text{MgO}$  线条之未出现以及尖晶石固溶体点阵常数之偏低, 应认为  $\text{MgO}$  已溶入尖晶石固溶体在1300试样内方镁石含量较高, 方镁石未完全溶入尖晶石固溶体, 因而出现了  $\text{MgO}$  的线条。可知在  $(\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$  固溶体内方镁石的溶解度有一定限度。在本工作进行的时 Blackhan(6)、Paladino(7) 认为  $\text{MgO}$  可以有限度地溶入  $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 。

尖晶石的点阵是以氧离子组成密集立方堆积, 正离子分别存在于四面体、八面体空隙之内, 但并未佔满所有四面体, 八面体的空隙。八面体空隙可以容纳半径为  $1.32\text{\AA}$  以下的正