

十年來中国冶金科学技术的发展

李 薰

冶金在我国有悠久的历史，我們的祖先在远古时代对人类文化就做出了卓越的貢獻。然而由于封建統治在我国綿长达两千多年，生产发展极慢或停滯不前，使我国古代科学技术沒有得到应有的发展。近百年来更由于帝国主义的压迫，这就进一步加深了我們的落后程度。

新中国成立以后，在党的正确领导下，遵循着优先发展重工业的建設方針，学习了苏联先进經驗，得到了苏联和其他兄弟国家的大力支援，建立起自己的冶金工业。十年来，鋼产量从1949年的15.8万吨增加到今年的1,200万吨，有色金属工业則几乎是从无到有地建立了起来。冶金科学技术工作主要是围绕生产增长和工业建設高速发展的需要来进行的。以下从三个方面介紹我国十年来冶金科学技术的发展和成就。

一 资源的綜合利用

为了配合新鋼鉄基地的建設，进行了某种含氟鉄矿綜合利用的研究。这种鉄矿是一种含稀土矿物和螢石的复杂鉄矿，其地質构造、矿床成因和矿物組成的特点很多。选矿工作者根据矿石类型和条件确定了三种流程：即磁选—浮选法、焙烧磁选—浮选法及逆浮选法，鉄精矿品位平均达60%，收得率都在80%以上，氟含量降低到1%左右，滿足了冶炼的要求。

冶炼含氟的鉄矿，是冶金方面一个新的問題，因而有必要进行一系列的包括大型工业高炉在內的冶炼試驗。高炉試驗結果表明，由于矿石中的氟絕大部分进入炉渣，使炉渣粘度和熔点显著降低，因而在高炉操作方面允許使用高碱度炉渣。我們发现氟对硫在渣鉄間的平衡分配沒有显著影响，在适当地提高渣的碱度的情况下可以得到含硫极低的生鉄，并保証高炉順行。

含氟炉气和含氟炉渣对高炉耐火材料侵蝕作用的研究結果表明，氟化物在高炉冶炼过程中的行为是比较复杂的。矿石中的螢石在高炉內下降至溫度約1000℃左右的区域时，水解作用即显著进行，生成的HF随炉气上升，上升过程中一部分HF又被較冷的

石灰或石灰石所吸收再随炉料下降。当矿石或含氟炉料下降到开始造渣的区域时，氟化物首先熔入熔体，然后随着溫度的进一步升高，氟化物随同其他化合物一起揮发，又伴随炉气上升。由此可見，高炉中不同部位所接触到的氟化物的侵蝕作用是不同的。关于氟的侵蝕問題，含HF小于0.1%的炉气在500—900℃对硅酸鋁耐火材料侵蝕作用甚微。含氟熔渣对耐火材料的侵蝕速度随溫度增大的关系服从于指数方程式，耐火材料中 Al_2O_3 含量愈高，則含氟在10%以下的熔渣对它的熔解能力愈小。 CaF_2 对各等级的高鋁砖的侵蝕反应在1200℃才开始显著。大型高炉冶炼試驗指出，高鋁砖并不能抵抗含氟熔渣的侵蝕，因而必須采用碳砖。

在含氟鉄矿綜合利用的研究中，还确定了从尾矿和炼鉄炉渣提取稀土混合金属的工艺流程并找到了分离各种稀土元素的方法。

含銅鉄矿中氧化銅的处理是利用流态化床进行硫酸化焙烧和浸取，溶液中的銅用鉄置换，銅的回收率达80%以上。另一方法是用氯化焙烧使銅揮发，揮发率可达90%，但氯化銅冷凝回收的工业化問題还需进一步研究。

我国含钒鈦的鉄矿极为丰富。某种钒鈦鉄矿的合理利用問題早已得到解决，其他資源則正在研究中。

为了使貧鉄矿的利用更經濟合理，我国正在試驗一种稀相传热与浓相反应相結合的焙烧炉，初步結果指出，鞍山含鉄35%的赤鉄矿用上述方法进行磁化焙烧可得到含鉄65%的磁选精矿，回收率可达90%。

为了适应矿石含磷范围广的特点，我国在解放初期就开始发展側吹碱性轉炉炼鋼的技术。经过几年以来的經驗积累，对炉型結構和操作方法都有改进，用含磷在0.2—1.6%范围的生鉄都能炼出合格的鋼。

在耐火材料方面，結合我国鋁矾土資源丰富的特点发展了高鋁砖。电炉炉頂使用高鋁砖后，寿命比砂砖炉頂一般提高数倍。高鋁砖制造方面，研究結果指出，矾土的燒結性能与 Al_2O_3 含量及 Al_2O_3/SiO_2 的比例都有密切关系，而次生莫来石形成量对燒結起着决

定性的作用。少量鉄質和鈦質氧化物的存在可以加速鈦土的燒結，細度粉碎也有助於降低鈦土的燒結溫度。耐火材料方面的另一成就是用鋁鎂磚代鎂鎂磚以解決我國目前鎂礦供應不足的問題。使用鋁鎂磚後，固定式中型平爐爐頂壽命達 623 次，傾動式大型平爐爐頂壽命亦達 520 次以上，這些結果與鎂鎂磚相差不遠。為了穩定和提高鋁鎂磚的質量，系統地研究了各種工藝因素對鋁鎂磚性能的影響和添加尖晶石的作用，以及觀察使用過程中鋁鎂磚組成的變化和導致損毀的主要原因等等，從而確定了合理的製造工藝過程。

在有色金屬方面，我國過去處理銅、鉛、鋅、鉄等共生的複雜硫化礦僅能回收其中的銅、鉛、鋅，而其他少量有用成分的存在往往被忽視。解放後改變了這種情況，通過加強化驗分析，改進生產流程，對原礦、尾礦、礦塵、煙灰、爐渣、礦泥、半成品浸出液、返回液等的處理方法進行細致的研究，從而擴大了稀有金屬的品種和產量。特別是根據礦石類型和共生礦物的特點採用多種選礦方法相結合、選礦與水冶相結合的聯合流程，解決了許多複雜礦的綜合回收問題，同時還提高了金屬的收得率。譬如，從鎢礦中回收輝鉬礦、輝鉍礦、黃銅礦、錫石礦、白鎢礦、黃鉄礦以及其他有用成分，從錫礦中回收鉛、銅、鎢、鉄、鋅和其他金屬，都得到了有一定的收穫，全面綜合回收問題的試驗研究還需繼續進行。在冶煉工業中，僅就銅、鉛、鋅、錫等四種金屬的冶煉而言，回收的有用成分共計 18 種。

在輕金屬冶煉方面，由於我國鋁土礦均屬一水硬鋁石型，其中氧化矽含量高達 17% 左右，有必要尋找新的處理方法。通過研究，最後確定用串聯聯合法來處理這種鋁土礦。方法是用濃苛性鹼溶液加石灰做催化劑在 26 個大氣壓下進行拜耳法溶出，殘渣再用燒結法處理，氧化鋁總實收率達 95% 以上。燒結法適應高矽原料的基本關鍵，在於利用石灰石和礦石中的氧化矽化合生成溶解度極小的矽酸二鈣，以避免用拜耳法所產生的大量鹼和氧化鋁損失。但矽酸二鈣在熟料溶出後，能與鋁酸鈉溶液起二次反應，造成氧化鋁和氧化鈉損失。因此研究了減少或防止上述二次反應的方法，結果指出，二次反應的主要產物是水化石榴石，其成分為 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot (6-2n)\text{H}_2\text{O}$ ，此外還形成若干矽鋁酸鈉 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)。當溶出液中游离氫氧化鈉及碳酸鈉的濃度減少時，赤泥粒子有凝集傾向，沉降容積增大，二次反應減慢。根據上述研究結果，確定用熟料二段溶出法並將鋁酸鈉溶液中的苛性鹼比值降低到 1.25 左右，基本上防止了二次反

應，以殘渣的成分計算，淨溶出率達到 92—93%。

二 強化生產過程，提高產量

強化黑色冶金過程的成就綜合地表現為高爐、平爐和電爐利用系數逐年升高。

1951 年全國大中型高爐平均利用系數為 1.068，而 1958 年則達 1.437，先進單位如本溪鋼鐵公司的高爐利用系數在 1958 年第四季度一直保持在 2.1 以上，1959 年 5 月達到了 2.44。強化高爐冶煉過程的技術措施一般是：加強原料準備，包括原料混勻、按粒度分級裝入、球形團礦和自溶性燒結礦等，運用爐頂調劑，採用高風溫與高風量，加濕鼓風，高壓操作和改進造渣制度。但是，我國高爐生產之所以獲得比較突出的成就，主要是抓住了上述措施中主要環節，大膽地使用高風溫和提高冶煉強度，同時對其他方面作相應的改進，以保證高爐順行並降低焦比。實踐證明，這種做法是高爐增產的正確道路。目前，我國高產高爐如本溪、鞍山、太原等煉鉄廠使用風溫一般都在 1000℃ 左右。

根據過去經驗，正常生產的高爐如果加大風量，往往會產生過吹，破壞高爐順行，引起懸料，造成爐瘤；提高干風溫可能導致燃燒帶的縮小，並使成渣層下降，也不利於高爐順行；提高冶煉強度同時還會導致焦比的升高。由於上述原因，高爐冶煉強度就受到一定的限制，大高爐為 1.1，小高爐為 1.2。1957 年以前我國高爐原料準備的條件和技術經驗是與上述限制相適應的。在 1958 年大躍進的鼓舞下，我國高爐工作者進一步改善了高爐原料準備，根據“風量的增加必須與爐料透氣性相適應”的規律，來進一步提高冶煉強度並保證高爐順行。在實際操作中，當冶煉強度提高到一个新的水平以後，再進一步尋求最低焦比的操作條件。這樣可以使冶煉強度不斷提高，而在一定的條件下，焦比反而有所降低。譬如，本溪高爐的冶煉強度由 1957 年的 1.013 逐漸提高到 1958 年的 1.4—1.5，高爐利用系數平均上升了 33.8%，綜合焦比却降低了 10.8%。太原高爐的冶煉強度由 1957 年的 1.003 提高到 1958 年的 1.201，利用系數上升了 36.8%，而焦比却降低了 15.7%。

根據我國大躍進以來創造的高爐操作經驗，隨着冶煉強度的提高，風速也必然加大，但風速過高，又將使煤氣的分布惡化，必須採取上部與下部調劑緊密配合的辦法。本溪煉鉄廠把風口直徑加大以減小風速改善爐內煤氣分布，冶煉強度由 1.338 提高到 1.542。太原鋼鐵公司的一個高爐通過減少料批重量，改變裝

料制度来調剂边缘气流,并逐渐增加自熔性燒結矿的使用量等措施,冶炼强度已提高到1.4以上。在提高干风溫的同时,可以相应地增加焦炭負荷来帮助吸收由于风溫提高而帶入炉內的热量,实践证明,这样做法既有助于高炉順行,又能降低焦比。

在炼鋼方面,全国平均利用系数在1952年平均为4.6,1958年达7.81,而先进的上鋼三厂平炉利用系数則达13左右。全国冷装电炉平均利用系数在1952年为6.67,1957年为17,1958年上升到22.6,而先进的大連鋼厂达到30以上。平炉与电炉的增产途径主要通过下述几項措施:

(一)减少停炉時間,提高作业率——平炉上采用鉻鉍砖或鉻鉍砖碱性炉頂,水冷部件改为汽化冷却,采用厚层鋪燒、鉄皮浸滲的燒結炉底等。我們学习了苏联这种燒結炉底的炼炉方法并闡明了它的优点:(1)FeO能在較低溫度和短時間內完全溶于MgO內形成連續固溶体,促使鎂砂晶粒长大并消灭气孔;(2)在氧化气氛下,生成的鉄酸鎂也有助于MgO晶粒的发育,进一步降低气孔率。在电炉方面主要是采用了高鉻砖炉頂和备用炉体。

(二)炉子超装——平炉超装要求对炉子本身和附属设备作适当的修改,如升高炉頂、減薄炉底、加大上升道、接高烟筒、加固吊車、接高鋼缶等。此外,采用双槽或三槽出鋼可以帮助解决由于超装而产生的吊車負荷能力不够的問題。目前,我国15平方米炉底的小平炉装料量达到了60吨,94.5平方米的大平炉装料量达660吨。电炉超装問題首先决定于如何充分发挥变压器的潛力,采用强制油冷可提高变压器負荷30%。其次,电炉超装后,熔池加深溫度不易提高,向熔池吹氧可以帮助提高熔池溫度。

(三)縮短熔炼時間——平炉方面采用了提高热負荷,縮短純沸騰期,对一般鋼种取消炉內預脫氧的措施。在电炉方面,采用氧气炼鋼是縮短熔炼時間的首要因素。吹氧助熔可使熔化期縮短15—20分钟,使用煤气滲氧助熔則可縮短半小时左右。并且,在大量吹氧助熔的条件下,去磷可以提早完成清渣沸騰期亦可大大縮短。采用电石直接还原渣或先用硅錳等合金进行預脫氧然后造还原渣进行扩散脫氧的綜合脫氧操作,电炉还原期一般可縮短到50分钟左右或甚至更短。上述研究試驗結果已在我国电炉炼鋼生产中推广,对提高电炉鋼产量起了重要作用。

(四)采用新技术——我国除学习国外已有的平炉-电炉、电炉-电炉混合炼鋼技术以外,还研究了轉炉-电炉混合炼鋼的技术。試驗結果指出,轉炉鋼与

电炉鋼渣混合处理后,氮和氢的含量都显著降低,夹杂物含量与同种电炉鋼无甚差別。应用轉炉-电炉混合炼鋼的方法来增加某些优质鋼的产量看起来很有前途,但还需要进行更系統性的試驗。連續鑄錠能提高鋼錠的收得率,几年以来我国某些鋼厂和科学研究机构先后开始了这方面的研究并建立了最大断面可达 210×210 毫米的拉速为0.5—5.0米/分的立式連續鑄錠机,并进行了掌握鑄錠工艺的試驗。由于立式連續鑄錠厂房基建投資較大,在試驗立式連續鑄錠的同时又开始了臥式和傾斜式連續鑄錠的研究工作。傾斜角为 30° 、断面为 100×100 毫米的傾斜式連續鑄錠試驗最近已有滿意的結果,現正在准备工业生产試驗。

在軋鋼方面,初軋采取双錠軋制和加大軋下量,型鋼通过改进孔型設計減少道次,使原有軋鋼设备的生产能力不断提高,目前相当于1949年的2倍到5倍不等。过去,我国用橫列式軋机軋制12毫米以下的圓鋼及綫材时,只能使用正围盘,由椭圆进入方孔或圓孔的軋件,仍靠人工夹鉗。1958年某厂創造了一种簡單而輕便的围盘結構并改进了入口导板。到6.5毫米的綫材成品孔也可以用这种围盘引入,并且可以多根軋制。在此以前,綫材軋机趋向于連續式,但連續式軋机設備重,电机容量大,投資比一般橫列式軋机高出几倍。因此,上述围盘的出現有利于橫列式軋机的应用和发展。

在金属采矿方面,通过改进采矿方法、采矿新型設備和爆破技术,提高了井巷掘进速度和采矿效率。就地下采矿而言,1958年比1952年平均提高效率3倍左右;此外还大大地改善了矿井中的劳动条件。

有色金属选矿和冶炼过程强化的具体标誌是回收率和技术經濟指标的提高。为了这个目的,几年来在下述几个方面进行了工作:

(一)推广先进技术——选矿方面应用多段磨矿和多段选矿使錫矿回收率提高5%,采用重力浮选法大量回收了錫矿中的共生金属。冶炼方面推广沸騰焙烧并采用湿法冶金,包括高压浸取、有机萃取、离子交換等等,譬如用硫酸化焙烧与湿法冶金处理高鉄泥质难选氧化銅矿,銅溶出率达96%。又如用高压釜氨液浸取高鈣鎂质的氧化銅矿,銅溶出率达85%。

(二)采用新型設備——选矿設備如水力旋流器、螺旋选矿机、弧面自动溜槽、細泥搖床、电磁振動溜床及搖床、永久磁鉄磁选机、无介質磨矿机等。如某砂錫矿应用螺旋选矿机后比原用的溜槽的回收率平均提高14%。某鉛鋅矿选矿使用水力旋流器輔助分級实行中矿再磨,回收率增加1—2%。冶金方面,如用

烟化炉直接发挥氧化铅矿，铅锌发挥率可达90%。

(三)发展浮选药剂——在药剂制造的试验研究方面，要求利用国产原料，成本低、效能高。在黄酸盐制造方面，采取了不用稀释剂，在强烈搅拌低温冷冻条件下直接合成的方法；产品可以直接使用，不需另行干燥。用大豆油为原料制成低凝固点脂肪酸，适用于寒冷地区的选矿厂。进一步用大豆油脂肪酸作原料制成大豆油脂肪酸硫化皂，其特点是在硬水中使用并且捕收力强、消耗量少。例如用这种药剂在硬水中浮选萤石，回收率达92%比过去提高7%。用石蜡、松香等制成的氧化石蜡脂肪酸和氧化松香皂来浮选赤铁矿，回收率可达90%。

(四)改进生产流程和冶炼方法——这方面进行的工作是很多的。例如，在选矿方面用硫化钠分选铜钼混合精矿，分选作业中铜的回收率达97~98%，钼的回收率达92~93%，钴的回收率达93~94%。又如用浮选—氨浸的联合流程处理难选氧化铜矿，铜的回收率比单独浮选提高了30%左右。在冶炼方面，改进了鼓风炉的熔炼工序，粗铅冶炼实收率由1952年的90.9%提高到96%；通过提高团矿质量和蒸馏罐的上中下温度，使蒸馏锌炉的日产量超过设计能力40%，残渣含锌由6~8%降到1.5%。

电解铝方面，我们在学习苏联的氯化钠和氯化铝分子比值低的方法基础上，研究了添加剂对电解质的作用。用氟化镁代氟化钙作添加剂可以显著地降低电解质的熔点。由于电解质的改进，阳极电流密度从过去的0.977安培/平方厘米提高到1.05安培/平方厘米以后，电解质的温度反而比过去略低，电流效率则提高了2~3%。除了降低电解质的熔点以外，加氟化镁还能促进炭渣分离，使每吨铝少用8公斤氟化铝，并有稳定电流的作用。电解铝方面的另一技术革新，是我们找到了无阳极效应的操作方法，阳极效应由过去的1.5降到0.03以下，有的电解槽可以完全没有阳极效应。由于这项革新，平均降低电压约0.15伏特，相应地减少了电能的消耗。更重要的是，水银整流器的效率提高了，原来的生产车间可以增加5%的电解槽数量而不需另添整流器。

三 扩大品种、提高质量

1952年我国重工业部正式颁布了有关合金钢的七项部颁标准，包括159个合金钢种。这个部颁标准是参照苏联国家标准制订的，所列合金钢种基本上是以镍铬钢为基础的。在建设初期，为了易于接受苏联的整套技术经验，统一技术规格，以达到迅速发展工

业生产的目的，这个方针是完全正确的。同时，我们也注意到我国镍铬资源尚待开发，随着钢产量的增长和品种的扩大，必须建立一个适合我国资源的合金钢系统。因此，1953年有的研究机构就开始了节约镍铬的代用钢种的研究。1957~1958年冶金工业部、中国科学院和第一机械工业部先后召开了三次镍铬合金钢代用问题的专业会议，大大地推动了这方面的试验研究工作。1958年总结了过去几年来合金钢生产和使用的经验和研究成果，并着重吸取了苏联及民主德国的先进经验，初步确定了各专业用钢系统，最后综合成为结合我国资源的新合金钢系统。这个新系统共有合金钢246种，分列为九项国家暂行标准草案：合金结构钢、低合金高强度钢、合金工具钢、高速工具钢、不锈钢、耐热不起皮钢及电热合金、低合金钢轨、滚珠与滚柱轴承钢及弹簧钢等。

几年来，我国已研究出一些节约镍铬或不含镍铬的新钢种，其中投入生产的有十余种已列入上述九项标准草案。各类合金钢在我国的发展情况大致如下：

(一)合金结构钢——新标准草案中没有含镍的合金结构钢，过去在机器制造方面大量应用的七种铬钢和镍铬钢都已由锰钢、硅锰钢、锰钒钢及硼钢等代替，以节约铬和镍。

(二)低合金高强度钢——新标准草案中的低合金高强度钢共13种，主要是以锰、硅等为合金元素，个别的钢种含有铜铝及钛等元素。

(三)合金工具钢——发展了含镍较低及不含镍而以硅锰为主的新品种，例如以60SiMnV代替部分55CrNiMo的用途，又如在高速钢中加硅或钼以节约部分铬。

(四)滚珠钢——扩大渗碳钢的应用，例如用18CrMnTi及20CrMnMo等作为制造质量要求较高的滚珠轴承钢种，并研究降低现用钢种中的含铬量及加入其他元素如硅、锰等。

(五)不锈钢——主要为了节约镍采取了下述三种途径：(1)扩大铁素体不锈钢的品种和应用(2)推广节约镍的及无镍的奥氏体不锈钢种并研究提高其抗蚀性，如发展Cr-Mn-N奥氏体钢等。(3)扩大复合钢板的生产和应用。

(六)耐热钢——(1)发展铁素体及珠光体型耐热钢以提高其耐热性能，例如在12CrMoV钢的基础上适当调整成分并添加其他元素，得到的耐热钢种其持久强度在580°C、35公斤/平方毫米的负荷下断裂时间超过了700小时。(2)为了节约铬，研究在低碳铬钒钢上镀硬铬以代替1Cr13作为汽轮机叶片材料的可

性能。(3)发展新型耐热钢系统,例如研究 Fe-W-Si 三元系。(4)改进 Cr-Mn-C-N 奥氏体型耐热钢的性能,特别是它在高温使用后的变脆现象。

(七)不起皮钢与电热合金——取消了高镍钢号,采用含 Al、Si、Ti、Cr 等元素的钢种。在 Fe-Cr-Al 电热合金的生产基础上,寻求以 Fe-Al 为基不用铬或少含铬而耐热性能更好的新合金。

在我国这样一个产量飞跃增长、生产潜力不断地被挖掘的情况下,保证质量和提高质量往往具有特殊的复杂性。为了适应这样情况,我国冶金工作者在第一个五年计划初期就积极创造条件为解决这方面的問題而努力,譬如掌握并改进测定钢中气体含量和夹杂物的技术,了解生产过程钢中含氢的变化,改进钢和炉渣的分析检验方法等。在钢中含氢問題上,对生产过程中氢的来源和钢锭中氢的分布进行了系统性的研究試驗工作,闡明了钢锭中氢偏析的規律。研究結果表明,凝固过程对钢锭中氢的偏析起着决定性的影响,而在退火钢锭中氢的分布除了遵从扩散規律以外,还决定于钢锭的内部疏松程度。

减少大型沸腾钢锭中有害元素偏析的研究提出了与传统方法相反的途径,向未凝固的钢锭头部吹氧或吹压缩空气以加强沸腾,使硫、磷、碳等元素的最大偏析度显著降低,效果远远地超过了抑制钢锭沸腾的方法。关于钢锭沸腾过程中元素被氧化所需的氧来源問題,实验結果证明,前人提出的来自空气中的氧占 70% 的說法基本上是正确的。

电炉冶炼中采用先进行預脱氧然后造还原渣的綜合脱氧操作方法在我国得到了发展,应用于滚珠钢的冶炼使钢中夹杂含量降低一半以上,并且把还原期時間縮短到 50 分钟以內。用电石直接造还原渣的研究結果表明,只要碳化钙含量适宜并保证在还原后期变成白渣,含碳化钙的炉渣就不会象某些研究工作指出的一样进入钢液,而且还可以得到較大的脱硫效果。

合金钢中发紋問題的研究闡明了发紋的性質和生成条件。結合我国生产条件,在脱氧方法、锭模形状和加工程序等方面作出改进,完全消灭了某些合金結構钢中的发紋。通过吹氧冶炼、改善还原操作、出钢前加鈦鉄并适当提高出钢温度和浇鑄温度,加大钢锭模錐度与减小模壁厚度等一系列的措施,高铬不銹钢中的发紋可以大大减少,钢材合格率达 90% 以上。研究結果还指出,在 30 毫米水銀柱或者更低的真空下冶炼和浇鑄高铬不銹钢,可以完全消灭发紋。

在高合金钢的晶粒細化問題上,向鉄铬鋁合金中加少量鈦显著地改善了锭的結晶組織,大大地减少了

热鍛开裂的現象。同时,还提高了上述合金中的鋁含量,拉成絲后成品收得率达 60% 以上,按标准进行寿命試驗,在 1170℃ 能保持 200 小时以上。不銹耐热钢方面,采用孕育剂,添加稀土混合金属或稀土氧化物,以及采用震动浇鑄等方法,以細化晶粒改善钢組織,都分別得到了好的效果,例如消除或减少了 18CrNiV 钢中的枝晶。超声波技术的应用已經开始,不久以前我国試制出功率为 50 瓩频率为 20 千赫的大型超声波震盪装置,在钢厂中进行細化晶粒、去除钢中气体、减少碳化物液析等試驗,已有初步結果。

硅钢片方面,通过真空处理与真空浇鑄和改进热处理方法,在实验室中已能制造出鉄損 $P_{10} = 0.68 \sim 0.73$ 瓦/公斤的厚 0.35 毫米的热軋硅钢片。同时,还做出了具有 94% 取向度的立方織构冷軋硅钢片,钢片厚度为 0.06~0.08 毫米,其磁轉矩曲綫的两峯比值为 1.25。这些工作都正在扩大規模,以便逐步应用到生产中去。

轉炉钢在我国占相当大的比重,采用自动記錄、自动控制以改进轉炉操作提高质量有十分重要的意义。我国若干研究单位共同协作已研究試制出一套控制系统和仪表,包括下述各項:(1)用紅外綫輻射高温計測量火焰温度和钢水温度并自动記錄;(2)采用双色高温計的 W 曲綫方法作为停风標誌,进行終点控制和高碳停风;(3)参照法国使用的 Volume Debitgraph 测量和記錄风量与累积风量;(4)用超声液面計和风压式液面計比較法測定钢水液面;(5)通过交流电桥装置和二次仪表自动記錄搖炉角度,准确度为 $\pm 0.5^\circ$ 。这套控制系统和仪表的实际应用正在进行試驗。

* * *

从以上可以看出,十年来我国冶金科学技术的发展是迅速的,成就是巨大的。我們的冶金科学技术队伍虽然还很年青,但是已經胜利地担負起国家建設提出的任务并且做出了創造性的貢獻,其原因主要是由于党的正确領導和社会主义制度的优越性,同时这也是与社会主义陣营各兄弟国家特别是苏联对我們的真誠无私帮助分不开的。

虽然十年来我們在工作中获得了上述成就,但从冶金科学技术的整个領域来看,我們目前在工作中还有一些薄弱环节,若干方面距世界上先进水平还有一定的距离。但是我們坚信,在中国共产党的正确領導下,随着社会主义建設的飞跃发展,我国冶金科学技术必将以更快的速度向前迈进,在世界科学宝庫中愈来愈多地增加我們的貢獻。