

无铬新轴承钢

(资料汇编)

上海科学技术情报研究所

94

42

最高指示

打破洋框框，走自己工业发展道路。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

在独立自主、自力更生的大道上奋勇前进

春风杨柳万千条，六亿神州尽舜尧。

无产阶级文化大革命的滚滚洪流，荡涤了一切污泥浊水，迎来了一个又一个战斗的春天。就在这场两个阶级、两条道路、两条路线的激烈搏斗中，全国各个新轴承钢协作区的广大工人、革命科技人员和革命领导干部，满怀对伟大领袖毛主席无限热爱、无限忠诚的深厚无产阶级感情，高举革命大批判的旗帜，以毛主席“备战、备荒、为人民”、“独立自主、自力更生”等一系列光辉指示为强大的武器，狠批了叛徒、内奸、工贼刘少奇的“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线，决心对沿用七十年之久的铬轴承钢进行革命，开辟我国自己轴承用钢的新道路。几年来，广大革命职工高举毛泽东思想伟大红旗，以“敢教日月换新天”的英雄气概和“只争朝夕”的革命精神投入了战斗。在无铬轴承钢的试制过程中，各单位的革命委员会始终把活学活用毛泽东思想放在首位，紧紧抓住两个阶级、两条道路、两条路线斗争这个纲，突出无产阶级政治，大搞群众运动，坚持工人、技术人员、革命干部三结合，开展共产主义大协作，打了一场人民战争。经过反复试验，不断改进，终于创制成功了性能良好，完全立足于我国富有资源的无铬轴承钢，并用它生产出各种类型的轴承，为我国轴承工业的发展作出了重大贡献。

清除“拦路虎”，炼出“争气钢”，打击帝、修、反

无限忠于伟大领袖毛主席的我国钢铁工人和轴承工人，遵照毛主席的伟大教导，在“独立自主、自力更生”的道路上迈开矫健的步伐，使我国的钢铁工业和轴承工业有了飞跃的发展。但是，叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在工业战线上的代理人猖狂地反对毛主席的无产阶级革命路线，极力推行“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线，使我国钢铁工人和轴承工人的创造性和积极性受到了压制。我国轴承生产用钢的40~50%、冶炼轴承钢用的铬铁大部分需要进口。乞求于人必受制于人，帝、修、反乘机破坏和捣乱，美帝封锁，苏修禁运；西德、日本等反动政府则妄想乘机敲诈勒索，大发横财。更令人气愤的是他们竟随意提高出售价格，以废钢冒充好钢，并无理要求向他们提供钢材用途。是可忍，孰不可忍！

为了粉碎帝、修、反的破坏和捣乱，不受帝、修、反的欺凌和控制。在1958年，上海地区的广大钢铁工人、轴承工人和革命技术人员，响应毛主席关于“自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想”、“走自己工业发展道路”的伟大号召，怀着一颗无限忠于毛主席的红心，研究试制了一批低铬和无铬轴承钢。可是，叛徒、内奸、工贼刘少奇在各地的代理人拒绝进行试验，他们胡说什么“用铬钢做轴承，外国早有定论，我们跟着走就行了，何必抛开现成的东西去搞那些名堂呢？”于是这一新生事物刚刚出现，被一伙走资派的大刀砍掉了。

千钧霹雳开新宇，万里东风扫残云。无产阶级文化大革命的熊熊烈火燃烧起来了，无产阶级革命派高举“对反动派造反有理”的大旗，奋起毛泽东思想千钧棒，摧毁了以叛徒、内奸、工贼刘少奇为首的资产阶级司令部，夺回了被党内一小撮走资派所篡夺的那一部分权力，狠批了“洋奴哲学”、“爬行主义”。工人们说：“过去，我们有力无处使，有智无处用，

关键是苦在无权上；如今，工人阶级掌握了一切大权，我们就是要走毛主席指引的‘独立自主、自力更生’的道路，用我们自己的双手创造人间奇迹。”

革命就是解放生产力。经过无产阶级文化大革命的锻炼，广大职工的革命和生产积极性空前高涨。说：“今天，我们工人阶级掌了权，就要为毛主席争光，为社会主义祖国争光，就要以最快的速度、最好的质量，炼出‘争气钢’，造出‘反帝、反修轴承’，加强国防建设，支援世界革命，痛击帝、修、反！”工人阶级说得到，就做不到。有一个普通钢厂，在走资派和资产阶级技术权威把持大权的那些年代，他们不仅对冶炼高级合金钢不敢问津，就连冶炼普通合金钢也只能望洋兴叹。可是经过无产阶级文化大革命，在工人阶级掌握一切大权的今天，还是那些设备，还是那样条件，工人群众却靠战无不胜的毛泽东思想，一跃炼出了无铬新轴承钢。在钢铁工人大战新轴承钢的凌云壮志鼓舞下，轴承工人坚决打破洋框框，扔掉洋拐棍，用最快的速度、最短的时间，试制成功无铬新轴承钢轴承，试制的生产周期比“常规”的生产周期缩短了几倍以至十几倍。

突出无产阶级政治，狠抓阶级斗争不转向

毛主席教导我们：“政治是统帅，是灵魂”“政治工作是一切经济工作的生命线”。在新轴承钢的试制工作中，是无产阶级政治挂帅，还是单纯技术观点，这是两条根本对立的路线。

叛徒、内奸、工贼刘少奇及其代理人竭力反对无产阶级政治挂帅，鼓吹什么“生产不好，一切都是空的”，极力宣扬“生产第一”、“技术第一”、“专家治厂”等修正主义黑货。妄图取消无产阶级政治挂帅，抹煞经济领域里的阶级斗争，为他们复辟资本主义服务。

新轴承钢协作区各单位的革命委员会，在解放军毛泽东思想宣传队的大力支持、帮助下，都把创制无铬新轴承钢和轴承当成一项严肃的政治任务，把它提高到“备战、备荒、为人民”的伟大战略思想高度来认识。为了打好这一场与帝、修、反争时间、比速度的政治仗，他们在试制工作中，坚持政治挂帅，始终把活学活用毛泽东思想放在一切工作的首位，狠抓革命大批判，狠抓阶级斗争不转向。

钢铁工人高举革命大批判的旗帜，把创制新轴承钢的场地当作大批判的战场，人人口诛笔伐，上挂下联，对刘少奇的“洋奴哲学”、“爬行主义”、“专家治厂”、“物质刺激”等一整套修正主义办企业路线进行了反复的批判，从而进一步提高了阶级斗争和两条路线斗争的觉悟，促进了试制工作的顺利进行。有一个钢厂在一次炉前批判会上，把走资派和资产阶级技术“权威”拉到炉前，对他们的“洋奴哲学”等进行面对面的批判。接着，让他们从炉内取样化验，结果是丑态百出，狼狈不堪。尤其是那个所谓自称“留美”炼钢专家、“钢铁迷”的资产阶级技术‘权威’，不但没有取出钢样，反而把样勺也给沾坏了。工人们气愤地说：“要是靠这些洋奴才、‘权威’去炼钢，永远得跟在洋人屁股后面转。只有砸烂洋框框，踢开洋奴才，坚持走自力更生的道路，才能压倒帝、修、反！”

革命大批判的洪流使阶级敌人落魄丧胆。但是他们并不甘心于自己的失败，他们总要乘机破坏和捣乱。正当试制工作顺利开展的时候，一个阶级敌人故意违背退火规程，破坏生产。阶级敌人的破坏，激起了革命群众的无比愤怒，当即把这个坏蛋揪出来进行批斗。同时也教育了群众。大家说：“不揭不知道，一揭吓一跳，万万麻痹不得，必须随时提高革命警惕，坚决粉碎阶级敌人的破坏阴谋。”工人们怀着对阶级敌人无比仇恨的心情，发扬了顽强战斗的革命精神，经过11次工艺试验，终于把被阶级敌人破坏的新轴承钢薄板全部挽救过来。

革命大批判的广泛深入开展，大大地提高了人们的政治觉悟，狠狠地打击了阶级敌人，进一步地肃清了刘少奇修正主义路线的流毒，使试制工作取得一个又一个的胜利。

放手发动群众，大搞群众运动

相信群众，依靠群众，大搞群众运动，还是只依靠少数人冷冷清清的干，这是无产阶级革命路线与修正主义路线的分水岭。

毛主席教导我们：“群众才是真正的英雄”“共产党基本的一条，就是直接依靠广大革命人民群众。”毛主席又教导我们：“社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。”“什么工作都要搞群众运动，没有群众运动是不行的。”毛主席的指示是照耀我们一切工作胜利前进的灯塔。可是叛徒、内奸、工贼刘少奇及其代理人，打着“克乱求治”的黑旗，推行什么“专家”路线对轰轰烈烈的群众运动，怕得要死，恨得要命，妄图对无产阶级实行资产阶级专政。

毛主席痛斥刘少奇一伙：“他们把在工业战线上搞群众运动，说成是‘不正规’，贬之为‘农村作风’、‘游击习气’。这显然是不对的。”毛主席的指示，大长了工人阶级的志气，大灭了资产阶级的威风。革命的群众运动，它天然合理的。刘少奇一伙对待群众运动的态度，充分暴露了他们一副资产阶级反动派的反革命嘴脸。

用毛泽东思想武装起来的工人阶级，就是最大的战斗力。他们对毛主席最忠，一心为公；他们最勇敢，不怕苦，不怕死，什么人间奇迹都可以创造出来。

各单位的革命委员会，为了率领群众打好这一场与帝、修、反争时间、比速度的政治仗，遵照毛主席关于“大搞群众运动”的教导，揭发和批判了刘贼一伙反对大搞群众运动和推行“专家路线”的滔天罪行。并普遍组成了以工人为主体的、有革命领导干部和革命技术人员参加的“三结合”的试制小组或试制队。在充分发动群众的基础上，科学试验的人民战争打响了，革命领导干部深入基层，深入群众，突出政治，言教身带，一抓到底。工人群众充分发挥了“工人阶级必须领导一切”的作用，充当了主力军。革命技术人员拜工人为师，在斗争中学，在斗争中用，既改造客观世界，也改造主观世界。

在试制过程中，出现了许多可歌可颂的英雄事迹。中国工人打开洋人的“禁区”，就是生动的一例。15年前，一个苏修专家在一个轧制小型钢材的轧钢厂指导试轧直径40毫米的钢材，事先做了充分准备，试轧时又亲自指挥，最后不但没有轧成，反而把第三架轧辊撞断了。这个洋“专家”当即断言：“你们厂的设备不能生产直径40毫米的钢材。”厂内走资派和资产阶级技术“权威”，就把这个荒谬的结论捧为“圣经”，严令禁止生产这种规格的钢材。可是，15年后的今天，轧钢工人掌握了生产技术大权，他们为了生产新轴承钢，决心在苏修专家规定的“禁区”内闯一闯。他们说：“钢铁工人，顶天立地，敢于闯新路，敢于超帝、修、反。”他们说：“困难吓不倒英雄汉，人的因素第一，我们用肩扛、用牙啃，也要把它干出来。”他们胸怀朝阳，手捧宝书，齐声高诵：“下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利。”终于只用了5个小时就完成了直径40毫米新轴承钢的试轧任务，而且质量全部合格。

钢铁工人炼出了“争气钢”，轴承工人也决心制出“争气轴承”。他们说：“轴承工人攻尖端，愚公移山意志坚，自力更生闯新路，彻底甩掉帝、修、反。”在用无铬新轴承钢制造轴承的过程中，遇到了许多困难。但是，困难吓不倒用毛泽东思想武装起来的轴承工人，他们不靠天，不靠地，不找“权威”，不求“专家”，他们从毛主席著作中汲取力量，从毛主席

著作中寻找办法。新轴承钢锻造退火后又硬又韧，在车加工时，车刀容易崩裂。他们学习了毛主席“实践、认识、再实践、再认识”的伟大教导，从各方面研究改进刀片型号，改进刀具角度，终于找到了解决问题的办法，保证了车加工的顺利进行。防锈工人为了解决新轴承钢容易锈蚀的问题，日思夜想，为找出防锈新工艺而反复进行试验。诸如此类，不胜枚举。轴承工人们就是这样靠战无不胜的毛泽东思想，遇到一个问题，探讨一个问题，一步一个脚印地摸索前进，从失败中总结经验，从实践中提高认识，终于克服了一个又一个困难，制出“反帝、反修轴承”。无铬新轴承钢和轴承的胜利诞生，是中国工人阶级集体智慧的结晶，是大搞群众运动的丰硕成果。

胸怀全局，开展共产主义大协作

无铬新轴承钢和轴承的创制成功，是共产主义大协作的产物。

要不要搞共产主义大协作，这也是执行什么路线的大问题。过去，叛徒、内奸、工贼刘少奇及其代理人奉行苏修的一套“合同制度”，人为地制造各单位、各部门之间“相互制约、相互监督”的关系，结果形成各自为政，大搞分散主义。现在，革命大批判的洪流冲洗了这些陈规陋习，使共产主义大协作精神得到了充分发扬。

在以毛主席为首、林副主席为副的党中央的领导下，各协作区的广大钢铁工人、轴承工人和其他行业的革命工人，紧密地团结在一起，为了一个共同的革命目标——创制立足于我国丰富资源的无铬新轴承钢和轴承，广泛地开展了共产主义大协作。在毛泽东思想的伟大红旗之下，科研、制造、使用单位结成了一个整体，到处高奏着共产主义大协作的凯歌，到处都有共产主义大协作的丰硕成果。

在一个单位里，广大工人群众以及革命领导干部、革命技术人员，为了一个共同的目标，心往一处想，劲往一处用，人人都想出一把力，流一滴汗，贡献一份力量。因此，试制工作到了那里，那里就为它大开绿灯，大让方便，主动配合，互相支援。有些同志上了头班再上二班，20多个小时不下火线，眼熬红了不叫苦，手碰破了不叫痛。他们只有一个信念：大力协同，争取主动，早日完成试制任务。

科研单位、制造单位和使用单位，为了革命需要，大家拧成一股绳，迎着困难上，抢着重担挑，一方有难，各方支援。科研单位在派出大批技术力量深入基层参加试制工作的同时，还主动承担试验项目。钢厂和轴承厂更是协同动作，互相配合，互相帮助，抢困难，让方便。例如，在苏修新沙皇武装侵犯我国领土珍宝岛的那段时间里，工人们怀着对苏修的无比愤慨，投入了紧张的试制工作。有一个钢厂刚把新轴承钢炼出来，还未来得及轧成材，轴承工人就要求试制轴承。他们对钢铁工人说：“你们把钢炼出来就是胜利，你们首批试制数量少，我们可以把钢坯锻成材。”钢铁工人说：“这是我们的责任，还是我们来（干）。”轴承工人说：“革命不分你我，谁干都一样。”为了抢时间，争速度，轴承工人用普通的锻锤，一锤一锤地将65毫米见方的钢坯加工成直径25毫米的棒料，为首批试制打响了第一炮。

在整个试制过程中，大家既敢于当“主角”，也甘于当“配角”，为了革命，不分你我。有一个轴承厂离钢厂较远，发生了待料问题。另一个轴承厂立即派自己的运输汽车到钢厂拉上钢材送到兄弟厂。他们说：“全国一盘棋，支援别人，是为了整个工作的胜利。”再如，有两个轴承厂共同负责用新轴承钢试制7069414K推力球面滚子轴承，有一个厂担任球面滚子的加工任务，他们甘于当“配角”、搞配件，出色地完成了任务。这种滚子原来是一粒一粒加

工的，他们为了满足兄弟厂的配套需要，决定在磁力吸盘上成批加工。在试验时，由于吸盘吸力不够，滚子飞了出来，将砂轮打碎。一连试了5次，打碎了5块砂轮。滚子、砂轮横飞，危险极大。是知难而进，还是见难而退呢？轴承工人毫不退缩，他们发扬了“一不怕苦，二不怕死”的彻底革命精神，从失败中找教训，采取在磁力吸盘浇注石蜡的办法，闯过了这一关，及时地保证了兄弟厂配套的需要。

在整个试制过程中，使用单位也给予了大力支持。新疆生产建设兵团农业生产部的负责同志十分重视新轴承钢这一新生事物。当科研部门派人前去联系进行轴承使用寿命试验时，他们立即派专人协助进行这项工作。试验之前，反复向群众说明试验的政治意义；试验之中，及时提供试验情况。烟台汽车运输公司、烟台市交通局不怕影响自己的生产任务，在3、4天的时间内，将全部汽车安装了新轴承钢轴承，并且经常向轴承厂提供轴承运转情况，保证了试制工作的顺利进行。还有许多单位都为新轴承钢和轴承的试制工作做出了贡献。

无铬新轴承钢和轴承凝结着中国工人阶级的血和汗，它是中国工人阶级高奏的一曲共产主义大协作的胜利凯歌！

团结起来，争取更大的胜利

几年来，全国各个新轴承钢协作区的钢厂已生产了几千吨无铬新轴承钢，轴承厂用它制造了各种型号的轴承几十万套。经过钢厂、轴承厂和使用单位成千上万次的反复试验和生产实践表明：无铬新轴承钢的冶炼、加工及轴承制造已基本稳定；它的主要技术指标已经赶上和超过了铬轴承钢。

无铬新轴承钢和轴承的创制成功，具有很大的意义。它宣判了叛徒、内奸、工贼刘少奇推行的“洋奴哲学”、“爬行主义”等一整套修正主义工业路线的破产；它粉碎了帝、修、反的经济封锁和刁难；它开创了我国轴承用钢的新纪元。

无铬新轴承钢和轴承的创制成功，是广大革命职工活学活用毛泽东思想，抓革命，促生产，促工作，促战备，开展共产主义大协作的光辉结晶，是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的又一丰硕成果。它生动地体现了“毛泽东思想为广大群众所掌握，就会变成无穷无尽的力量，变成威力无比的精神原子弹”这一伟大真理。它再一次向全世界宣告：用战无不胜的毛泽东思想武装起来的中国工人阶级，顶天立地，气贯长虹，“有自立于世界民族之林的能力”。

毛主席教导我们：中国应当对于人类有较大的贡献。无铬新轴承钢和轴承的试制工作取得了伟大的胜利。但革命没有完，革命在继续。全国各个新轴承钢协作区的广大革命职工，热烈响应毛主席在“九大”发出的“团结起来，争取更大的胜利”的伟大号召，正在掀起一个活学活用毛泽东思想群众运动的新高潮，认真总结经验，在前一阶段试制成功的基础上，再接再厉，做到有所发现，有所发明，有所创造，有所前进，为把无铬新轴承钢和轴承的各项性能提高到一个新的水平，扎扎实实地走出一条崭新的发展钢铁工业和轴承工业的道路，为人类做出更大的贡献而努力奋斗！

目 录

在独立自主、自立更生的大道上奋勇前进

第一篇 滚硅锰钒、滚硅锰钒稀土钢	1
一、新轴承钢的化学成份和基本性能	1
(一)新轴承钢化学成份的确定	1
(二)新轴承钢的物理性能	2
(三)新轴承钢的工艺性能	5
(四)新轴承钢的一般机械性能	13
(五)新轴承钢的耐磨性	15
(六)新轴承钢的抗接触疲劳性能	15
(七)小结	16
二、钢厂生产工艺与冶金质量	17
(一)生产工艺	19
(二)钢材冶金质量	22
(三)小结	28
三、轴承零件的加工工艺及性能	28
(一)轴承套圈的加工工艺及性能	29
(二)滚动体的加工	41
(三)酸洗工艺	42
(四)工序间防锈	42
(五)装配和成品封存包装	43
(六)小结	43
四、新轴承钢轴承的寿命	44
(一)推力片轴承模拟寿命试验	44
(二)试验台轴承寿命试验	44
(三)轴承实际运转寿命	46
五、结束语	48
第二篇 滚硅锰钼钒、滚硅锰钒钢	65
一、新钢种化学成份及基本性能	65
(一)化学成份的选择	65
(二)新钢种基本性能	66
(三)小结	72
二、钢厂生产工艺与质量	73
(一)生产工艺	73
(二)钢材质量	78

(三)夹杂物的金相鉴定	82
(四)小结	82
三、轴承零件的加工工艺及其性能	83
(一)轴承套圈加工工艺及其性能	83
(二)滚动体加工	89
(三)工序间防锈	92
(四)装配和成品封存包装	92
(五)小结	92
四、寿命试验	93
(一)模拟寿命试验	93
(二)试验台轴承寿命试验	93
(三)轴承实际运转寿命	94
五、结论	94
第三篇 滚锰钼钒稀土钢	109
一、新轴承钢的化学成份及基本性能	109
(一)钢种化学成份的确定	109
(二)淬透性及淬硬性	110
(三)显微组织的转变特征	110
(四)机械性能	112
(五)抗回火性能	114
二、新钢种的冶金生产及其质量	115
(一)冶炼工艺	115
(二)热加工工艺	116
(三)热处理工艺	119
(四)冶金生产质量检验	121
三、新钢种轴承零件的加工工艺及加工性能	124
(一)轴承套圈的锻造及退火工艺性能	124
(二)轴承套圈的车削工艺性能	125
(三)轴承零件的热处理	126
(四)轴承套圈的磨加工工艺性能	131
(五)钢球、滚子的加工工艺性能	133
(六)新钢种的防锈性能	133
(七)新钢种代替渗碳钢 (20Cr ₂ Ni ₄ A) 制造特大型轴承的初步试验	134
四、新钢种轴承的寿命	134
(一)轴承试验机上的试验寿命	135
(二)实际使用寿命	135
第四篇 新轴承钢防锈工艺	139

第一篇 滾硅錳鈇、滾硅錳鈇稀土鋼

华北—西北
华东 新轴承钢协作区

一、新轴承钢的化学成分和基本性能

(一)新轴承钢化学成分确定

伟大领袖毛主席教导我们：“我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。”

众所周知，世界各国已经沿用七十年之久的轴承钢含有较高的铬合金元素，它不符合我国资源的实际情况。同时，随着社会主义建设的飞速发展，国防、机械工业对滚动轴承材料的数量、质量、品种也提出了越来越高的要求。因此，我们一定要“打破洋框框，走自己工业发展道路”。轴承用钢必须彻底革命。

根据我国目前的资源情况，铬、镍、钴较少，硅、錳、鈇、钛、硼、稀土等元素不仅儲藏非常丰富，而且能大量满足合金钢生产的需要。主要元素的特性如下：

硅：适量的硅能强烈地提高钢的弹性极限和强度，而不降低韧性。它提高低温回火时的马氏体稳定性。但硅却增加钢的脱炭敏感性和石墨化倾向。

錳：是提高钢的淬透性最有效的元素之一，也能提高钢的强度。但过高的錳含量会使晶粒易于粗化，增加钢的过热敏感性和残余奥氏体，因而会导致钢的塑性和韧性的偏低。

鈇：能细化晶粒，提高钢的致密度和韧性。它是强烈地形成碳化物的元素，促进退火时珠光体组织易于球化，细化退火组织，改善錳的过热倾向性，扩大钢的退火和淬火温度范围。它还是提高钢的耐磨性的重要元素。

稀土：能提高钢的韧性，进一步加强硅、錳的有利作用。

毛主席教导我们：“我们讨论问题，应当从实际出发。”滚动轴承往往是在集中于点或线上的集中负荷作用下工作的，这种负荷是受力方向每分钟要变换数万次的交变接触应力，同时在工作中还受到很大的滑动和滚动摩擦。通常滚动轴承是以零件表面的接触疲劳剥落和磨损的形式而损坏的。因此，用于制造滚动轴承的材料必须具有较高的在交变应力作用下抵抗接触疲劳的能力，高的弹性极限，足够的耐磨性和强度，较高的淬透性、淬硬性，具有一定的韧性和抗回火稳定性。

毛主席的伟大教导是我们考虑和设计钢的化学成分的指导思想和根本原则。基于我国的资源情况，合金元素对钢性能的影响和轴承工作条件及损坏方式等分析，先后设计并试验了 G Mn 15 Si、G Si Mn Mo、G Si Mn W Mo V、G Si Mn Mo V、G Si Mn V、G Si Mn VR 及不同 V 含量的 G Si Mn V 等钢号，首先在试验室利用 30 公斤高频炉、LW—52 的 20 公斤中频炉和 200 公斤中频炉进行冶炼，并锻轧成材，与同样方法冶炼的 G Cr 15 进行各种性能的比较试验。经过数百次的反复试验和分析比较，最后选定了最符合我国富有资源，性能又十分良好的 G Si Mn V 和 G Si Mn VR（化学成分见表 1-1），从 1967 年起，逐步转入工业性电炉冶炼，去年开始又扩大到十多个钢厂进行电炉和纯氧顶吹转炉冶炼。其钢材进行了各种基本性能试验。

表 1-1

新轴承钢要求的化学成分(%)

钢 号	C	Si	Mn	V	S · P	Cr	Ni	Cu	R
GSiMnV	0.95~1.10	0.55~0.80	1.10~1.30	0.20~0.30	≤0.030	≤0.25	≤0.25	≤0.25	—
GSiMnVR	0.95~1.10	0.55~0.80	1.10~1.30	0.20~0.30	≤0.030	≤0.25	≤0.25	≤0.25	0.10~0.15

(二)新轴承钢的物理性能

1. 临界点与C—曲线

新轴承钢的主要成分是硅、锰、钒和稀土。锰是主要合金元素,它对临界点起主要作用。锰降低 A_{c3} , 升高 A_{c4} 温度, 扩大 r 区, 且强烈地降低 A_{r1} 。硅、钒是升高 A_{c3} , 降低 A_{c4} 的温度, 缩小 r 区, 形成 α 固溶体的元素。但它们对临界点起不了主导作用。所以这些元素综合作用的结果, 使新轴承钢的临界转变温度 A_{c1} 、 A_{cm} 、 A_{r1} 、 A_{rm} 相应的和 GCr15 钢比较都有所降低(表1-2)。稀土元素对钢的临界点无明显影响。这就能使新轴承钢在较低的温度下进行球化退火和淬火, 减少钢在淬火时的热应力所引起的裂纹敏感性和尺寸变形, 使实际生产上容易操作。同时, 钒是体心立方结构的元素, 它在钢中既不形成三元碳化物, 也不与 Fe_3C 相互溶解, 在含 V 量不高时, 强烈地形成 VC 型的稳定碳化物。钒的碳化物是新轴承钢中最稳定的碳化物, 它可保持到高温区不完全溶解, 能有效地阻止锰对钢的过热倾向作用。

表 1-2

钢 的 临 界 温 度

钢 号	临 界 点 °C			
	A_{c1}	A_{cm}	A_{r1}	A_{rm}
GSiMnV	755	780	680	705
GSiMnVR	745	785	680	705
GCr15	760	—	700	720

钢的奥氏体等温转变曲线(即 C—曲线)如图 1-1。由于锰比铬更强烈地增加奥氏体的稳定性, 使奥氏体的最小稳定区移向较低的温度, 使奥氏体的稳定区域右移, 增大了奥氏体转变的孕育期, 所以新轴承钢的奥氏体稳定性高于 GCr15。加入稀土元素后, 使“C—曲线”又进一步右移了。

新轴承钢的马氏体转变温度 M_s 点低于 GCr15, 这是锰强烈降低马氏体转变温度的结果。

2. 线膨胀系数(表1-3)

表 1-3

钢 的 线 膨 胀 系 数

钢 号	试 验 温 度 下 钢 的 线 膨 胀 系 数 $10^{-6}mm/mm$								
	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
GSiMnV	6.703	10.120	11.90	12.50	13.93	13.98	14.51	13.73	14.32
GSiMnVR	5.856	9.111	11.43	12.50	13.41	13.68	14.05	13.30	14.00
GCr15	7.659	11.000	12.31	12.68	13.65	13.69	14.21	12.10	12.67

(a) GSiMnV

(b) GSiMnVR

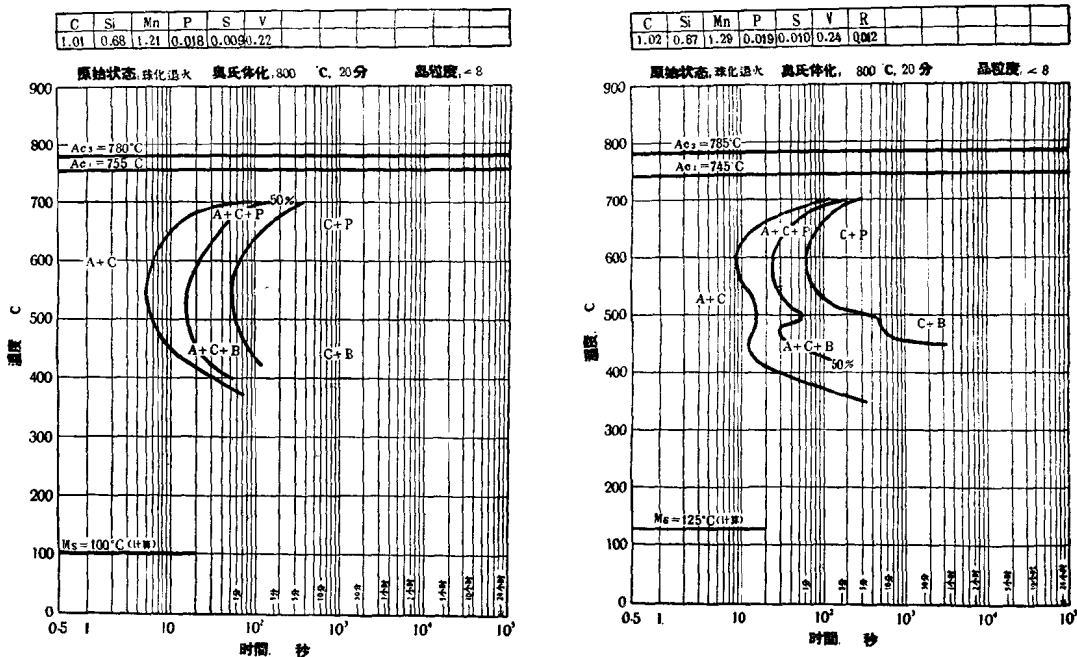


图 1-1 钢的奥氏体等温转变曲线

新轴承钢 GSiMnVR 的线膨胀系数一般均低于 GSiMnV，在 500℃以下时，以 GCr15 的线膨胀系数为最高。

3. 钢的比重、熔点、弹性模量、剪切模量、泊桑比

表 1-4 钢的比重、熔点、弹性模量、剪切模量、泊桑比

钢 号	比重 D g/cm³	熔 点 °C	弹性模量*(E) kg/mm²		剪切模量*(G) kg/mm²		泊 桑 比* μ	
			28°C	150°C	28°C	150°C	28°C	150°C
GSiMnV	7.78	1387—1395	21400	20800	8315	8125	0.28	0.28
GSiMnVR	7.78	1391—1399	21450	20900	8325	8095	0.29	0.29
GCr15	7.81	1395—1403	21600	21000	8415	8150	0.29	0.29

* 均为退火状态下测定的值。

4. 钢的电阻率

表 1-5 钢 的 电 阻 率

钢 号	电 阻 率 P Ω·mm²/m	原 始 状 态	测 定 温 度
GSiMnV	0.3100	热 轧	室 温
GSiMnVR	0.3400	”	”
GCr15	0.2241	700°C退火	”

5. 残余奥氏体

表 1-6 鋼 的 残 余 奥 氏 体

钢 号	不同 淬火 温度 下的 残余 奥氏体 量 %				备 注
	770℃	790℃	810℃	830℃	
GSiMnV	10.03	11.72	14.62	—	均经160℃回火
GSiMnVR	10.55	11.94	14.07	—	
GCr15	—	—	—	5.85	

残余奥氏体量用X-光法测定。在一般情况下,新轴承钢的残余奥氏体量要比 GCr15 高。

6. 残余碳化物

不同状态的残余碳化物用金相法测定, 用X-光法确定碳化物的类型。测定结果列于表 1-7, 和图 1-2~1-6。其中的碳化物主要为 $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{C}$ 和 VC, 而极少量的 $(\text{Cr}, \text{Fe})_{23}\text{C}_6$ 是由于钢中残留有 Cr 元素造成的。

表 1-7 残余碳化物的相对量和大小的比较

钢 号	状 态	相 对 量 %	碳化物颗粒 平均尺寸 μ	均匀尺寸绝对值 $\pm \mu$	碳 化 物 形态比例值	类 型
GSiMnV	退 火	16.5	1.49	0.52	—	VC、 $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{C}$ 和少量 $(\text{Cr}, \text{Fe})_{23}\text{C}_6$ "
GSiMnVR	"	14.5	1.17	0.62	—	
GCr15	"	17.9	1.54	0.61	—	
GSiMnV	淬 回 火	3.3	0.74	0.31	—	
GSiMnVR	"	3.4	0.63	0.27	0.77	
GCr15	"	6.9	0.74	0.36	0.81	
沉淀碳化物数量(个)		1000	200	200	100	

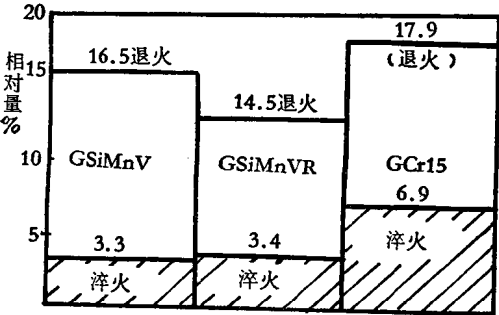


图 1-2 残留碳化物相对量的比较

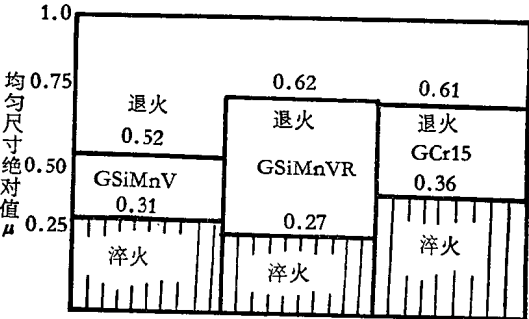


图 1-3 残留碳化物均匀尺寸绝对值比较

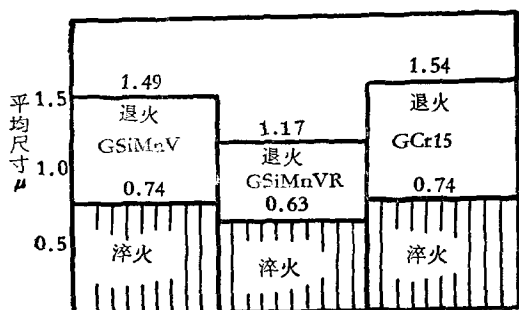


图 1-4 碳化物颗粒平均尺寸比较

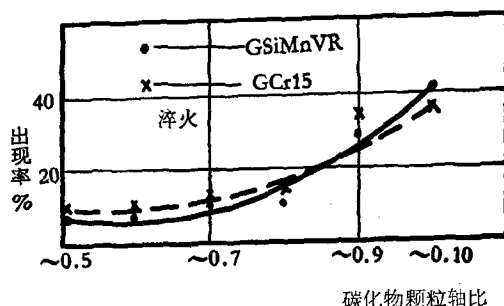
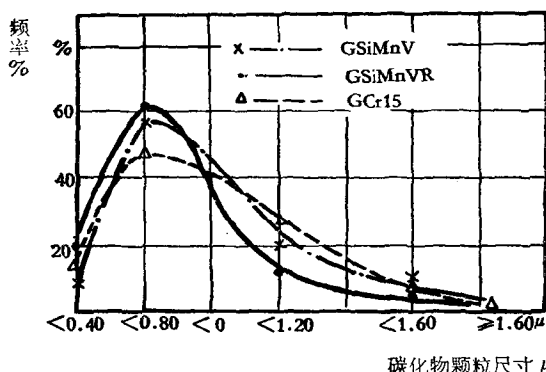
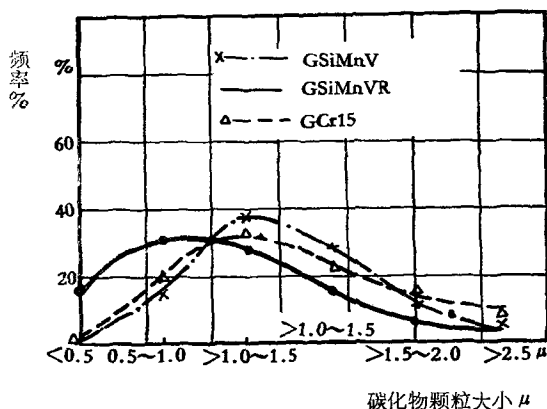


图 1-5 碳化物颗粒轴比的出现频率



(a) 退火状态



(b) 淬火状态

图 1-6 退火和淬火状态碳化物颗粒大小的出现频率

从上可看出：无论是退火和淬火状态，新轴承钢残余碳化物的相对量均少于 GCr15。稀土元素对残余碳化物的相对量和类型影响不大。但在一定程度上它改善了碳化物颗粒大小和分布的均匀性。

(三) 新轴承钢的工艺性能

1. 退火工艺的选择

新轴承钢 GSiMnV(R) 的退火工艺试验，是采用锻造状态的 205 型轴承套圈为试样，在 3KW 箱式电炉中进行的，用 EWY 型电子电位差计自动控制温度。退火工艺试验规范如图 1-7，试验结果列于表 1-8。典型的退火组织如图 1-8。

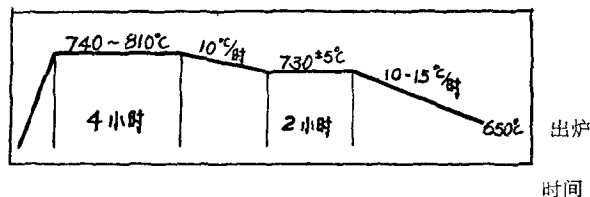


图 1-7 退火试验工艺曲线图

由此可见，GSiMnV(R) 钢的正常退火在 750~800°C 范围内可得到良好的球化组织和适中的硬度。退火温度范围宽达 40°C~50°C，比 GCr15 稍宽，退火温度也较低。这对实际生

表 1-8 不同退火温度试验结果

试验温度 °C	740	750	760	770	780	790	800	810
硬度 H _B	191—204	195—197	191	197—209	198—213	190—197	190—195	202—209
组织级别 *	5	2	3	3	3	4	10	9

* 退火组织按铬轴承钢热处理质量检查标准评定之。

产中容易操作、减少钢材和轴承零件表面的氧化脱炭是有利的。但 GSiMnV(R) 的退火硬度都偏于合格范围的上限，稍高于 GCr15，这是钢中硅、锰对铁素体基体的强化作用带来的影响。

2. 淬火工艺的选择

新轴承钢的淬火工艺在 C—100 盐浴炉中进行。试验温度选择 740°C、760°C、780°C、800°C、820°C、840°C。试样取自 27709/02，加热时间均为 30 分钟，均经 150°C 回火 2 小时。试验结果见表 1-9 和图 1-12。

表 1-9 淬火温度对硬度的影响

钢 种	状 态	不 同 淬 回 火 状 态 下 的 硬 度 R _c					
		740°C	760°C	780°C	800°C	820°C	840°C
GSiMnV	淬 火	18	41	64.7	66.3	66.3	65.7
	回 火	—	39	62.3	64.1	64.1	63.7

注：本文中硬度 R_c 值均为新值

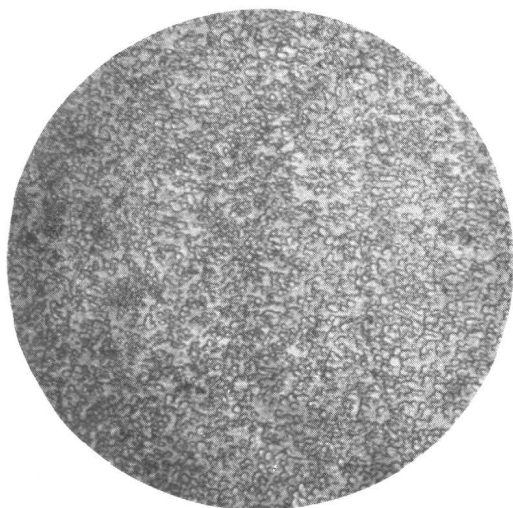
通常对轴承零件来说，淬回火后的硬度不应低于 R_c 61，允许的硬度上限为 R_c 65；其显微组织应保证得到隐蔽结晶马氏体或细小结晶马氏体，不允许出现屈氏体组织和聚集的粗大碳化物、针状马氏体。

由试验结果可看出：GSiMnV(R) 适宜的淬火温度范围为 780°C~820°C，较 GCr15 的淬火温度降低 40~60°C，淬火温度范围相当宽。这也给轴承零件的实际操作带来了极大的便利。典型的淬火组织如图 1-10。在 760°C 淬火的屈氏体组织如图 1-9 和 840°C 淬火的针状马氏体组织如图 1-11。

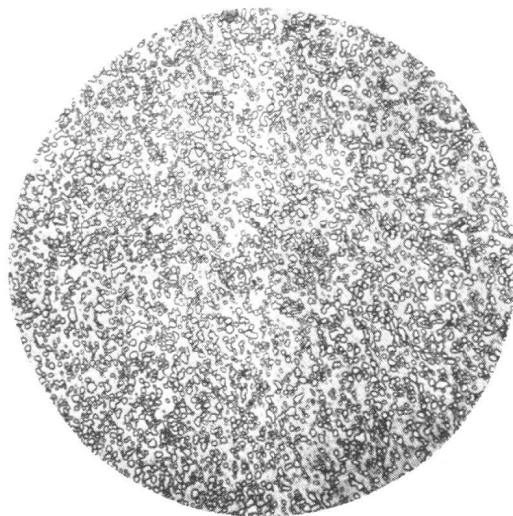
GSiMnV(R) 的淬硬性也优于 GCr15，在同样的条件下淬火，要比 GCr15 提高 1R_c 以上。这就能使 GSiMnV(R) 在较高的温度下回火和在较高的温度下使用。

3. 淬透性

试验按 GB 225—63 规定之末端淬火法进行。GSiMnV(R) 的淬火温度为 800°C，GCr15 的淬火温度为 840°C。试验结果如图 1-13 所示。以距末端 HR_c≥60 处计算，GSiMnV 为 9.4 毫米，GSiMnVR 为 10 毫米，而 GCr15 仅为 6.5 毫米。新轴承钢的淬透性均优于 GCr15，这由于 Mn 比铬能更激烈地增加奥氏体的稳定性，使奥氏体的最小稳定区移向较低的温度。同时使 C—曲线右移，增大了奥氏体转变的孕育期，从而大大地增加了钢的淬透深度。钢中加入稀土元素后，也使 C—曲线右移增加了奥氏体的稳定性。

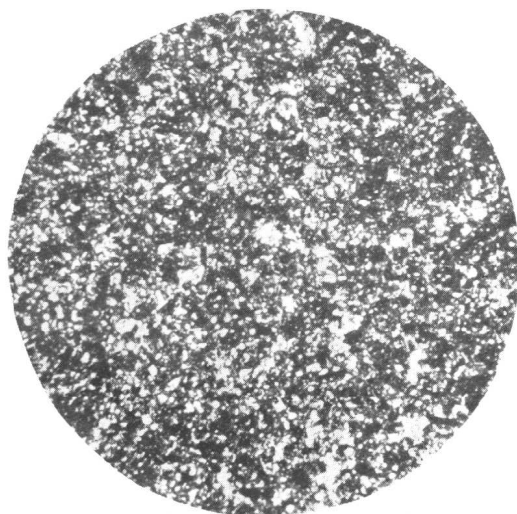


(a) 765°C



(b) 780°C

图 1-8 退火组织 500×

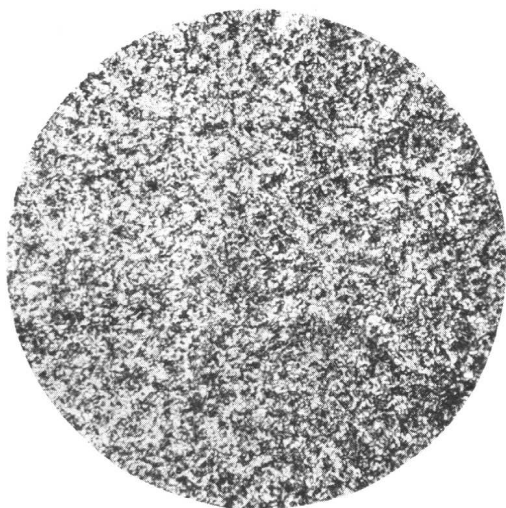


(a) GSiMnVR 500×



(b) GSiMnVR 25000×

图 1-9 淬火组织 (760°C)

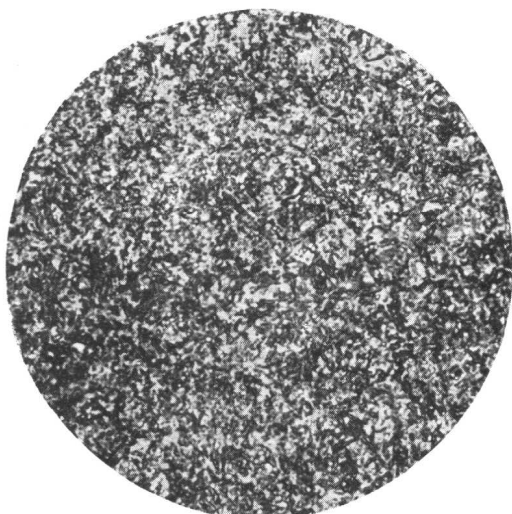


(a) GSiMnVR 500×



(b) GSiMnVR 25000×

图 1-10 淬火组织 (800°C)



(a) GSiMnVR 500×



(b) GSiMnVR 25000×

图 1-11 淬火组织 (840°C)