

铸 钢 学

上 册

涅 亨 齐 著

何蔭椿 何德休 罗廷俊 刘允升译

中国工业出版社

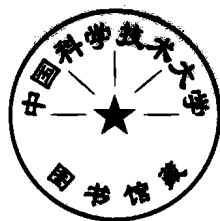
鑄 鋼 学

上 册

涅 亨 齐 著

何蔭椿 何德休 罗廷俊 刘允升译

吳 德 海 校 訂



中国工业出版社

本书根据苏联国立冶金出版社 (Металлургиздат) 1948 年出版的涅亨齐 (Ю. А. Нехендзи) 所著的“鑄鋼学” (Стальное литье) 一书譯出。原书經苏联高等教育部审定为冶金和工业学院教科书。本譯本亦可作为我国高等技术学校的教科书, 同时也可供鑄造技术人員参考。

本书讲述了鑄鋼件的鑄造性能和鑄鋼的一次結晶和二次結晶, 鑄鋼成分, 鋼液的注入和冒口的安装对鑄鋼件质量的影响, 以及鑄鋼成分对鑄鋼性能的影响。全书叙述詳細, 內容丰富。

因該书在苏联出版已久, 书中所引用的一些資料在目前来看似嫌陈旧了些, 但从整个內容来看, 至今仍不失为一本好书。

本书在这次再版时作了仔細地校訂, 改正了初版时的許多錯誤。

鑄 鋼 学

上 册

何蔭椿 何德休 罗廷俊 刘允升譯

吳德海校訂

*

机械工业图书編輯部編輯 (北京蘇州胡同 141 号)

中国工业出版社出版 (北京修綢閣路內 10 号)

(北京市书刊出版業許可証出字第 110 号)

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印張 $13 \frac{3}{4}$ ·字數 359,000

1956 年 12 月机械工业出版社北京第一版

1964 年 1 月北京新一版·1964 年 1 月北京第一次印刷

印數 0001—2560·定价 (10-5) 2.00 元

*

統一書号: 15165·2620 (一机-534)

序 言

在 1931 年出版的“鑄鋼學”教程的序言中曾指出，優質鑄件的生產，首先是一種科學，而不是單純的技藝。值此我國的科學和技術由於貫徹了黨和政府的政策，達到高度繁榮的時候，在本教程中灌輸這一思想具有更為重大的意義。

要順利解決這個問題，在於任何一本與金屬鑄造學有關的鑄造生產教程，都應該建立在物理-化學、冶金學和金相學的基礎上。此外，在這種教程中還應當包含一定的實踐資料，以便既能答復“為什麼”，又能答復“如何”採取某種措施以獲得優質鑄件的問題。

本書研究了鋼鑄件和部分鋼錠的製造問題。同時還闡述了普通教程“金屬鑄造理論基礎”中的一系列原則性問題（第 1、2 篇以及第 13、14、15 各章）——“鑄鐵學”、“鑄鋼學”和“有色金屬鑄造”等專門教程都是以此普通教程為基礎的。因此，本書的內容和篇幅即為“金屬鑄造的理論基礎”和“鑄鋼學”兩項教材所確定。這兩項教材要在三個學期內授完。

本書的篇幅還考慮了為培養專門人材和供高年級學生學習的數種專業課教程的內容。在這類教程中一般都含有大量的實例。

因此本教程可以作為科學工作者和生產人員的參考書，並在一定程度上可視作有關問題的專題論著。

但是為了縮減篇幅和便於學生學習起見，教程中大大精簡了各種參考材料，特別是關於合金鋼鑄件的性質。為了不致使教程中塞滿過多的文獻資料細節，本書主要限於引用那些對金屬鑄造大多具有原則性特點的著作，以及那些載有大量書目的文集（後者在文獻索引中用小星號標出）。在採取這種引用文獻材料的方法時，作者在本書中不得不引用了本人的一些著作。

本教程論述了獲得優質鑄件過程中各個因素發生、發展的相互關係。值得注意的是：對所有這些因素的研究，是以金屬和鑄型性能

变化的相互影响,以及相应过程的动力学为基础的。

本书对于在砂型和金属型中制造铸件的条件没有作原则性的区别,因为这种区别主要在于铸件温度随时间变化的条件不同,亦即在于冷却速度不一样。我们知道,在广泛地综合分析获得铸件的条件时,我们正是以时间和温度作为基本参数的。实质上这两个参数不仅能确定任何冶金过程,而且也是评定金属性能的准绳。

此外,在本教程确定钢的成分(视铸件用途和制造条件而定)的篇章中,在选择成分方面贯彻了这样一种观念,即尽可能根据计算原理或原则性的综合原理,而不根据各种经验数据。

为了建立铸造生产的科学基础,还需要做许多工作。本书只是其中的很小一部分。毫无疑问,这个工作将为苏联科学家和技术工作者所实现,因为他们在我们国家内有着进行科学创造的一切有利条件。

承蒙保切瓦尔(А. А. Бочвар)院士和苏联科学院通讯院士卡尔纳乌霍夫(М. М. Карнаузов)在校阅本书时提供宝贵意见,承蒙技术科学博士、列宁格勒加里宁工业学院铸工教研室盖尔绍维奇(Н. Г. Гиршович)教授在作者编写本书时给予帮助,特致深切的谢意。

目 次

序言

引言	1
鑄鋼件的性能和生产的特点	7
鑄鋼件的名称	11
鑄鋼的类别	17

第一篇 鑄鋼的鑄造性能和一次結晶

第一章 鑄鋼的冷却和凝固	19
--------------	----

1 鋼的冷却和凝固	19
2 鋼的凝固速度和冷却速度的理論計算	23
3 鑄件凝固和冷却的速度与其外形的关系	29
4 金屬溫度、鑄型材料和溫度对鑄鋼件凝固速度的影响	35
5 鑄型质量和型壁厚度对鑄鋼件凝固速度的影响	40

第二章 鋼液的流动性	44
------------	----

A 鋼液的主要物理-化学特性对于其流动性的影响	47
1 鋼液的組織和粘度的影响	47
2 悬浮夹杂物的影响	50
3 鋼液表面張力的影响	52
4 鋼液表面薄膜的影响	56
5 金屬中析出的气体的影响	58
6 鋼液的密度、热容量和导热性能的影响	58
7 一次結晶的形状和潜热的影响	59
8 金屬的澆注溫度和凝固溫度的影响	61
B 鑄型特性对鋼液流动性的影响	65
1 鋼液流动性的工艺試样	65
2 流动性試样中金屬的鑄入和压头	72
3 金屬在流动性試样中的流动	74
4 流动性試样的数值	77

第三章 鑄鋼的一次結晶	79
-------------	----

A 鋼液的基本物理-化学性质对鑄鋼一次結晶的影响	85
1 鋼液的成分、溫度和組織对鑄件中自发結晶和强迫結晶的影响	85
2 鋼的变质(变质处理)	89

B 鑄型对鑄鋼一次結晶的影响	91
1 冷却速度(鑄型与金屬的温度, 鑄型的温度傳导性能)对鑄鋼周期 結晶及其組織的作用	92
2 金屬的澆注和充滿鑄型的速度对鋼的一次結晶的影响	100
B 鑄鋼一次結晶时組織的某些特点及其对鑄件性能的影响	105
1 鑄件中的枝状結晶組織	105
2 鑄鋼的晶間孔洞和晶間薄膜	108
3 鑄鋼件一次結晶組織的某些特点对它的机械性能的影响	111
第四章 鑄鋼的收縮	119
A 鋼的物理-化学性能对收縮的影响	121
1 鋼的液态收縮	122
2 鋼的凝固收縮	123
3 鋼的固态收縮	124
4 鋼的总收縮	130
B 鑄型对鋼鑄件收縮的影响	133
1 鋼受到阻碍时的棧收縮(实际收縮)	134
2 鑄件长度和壁厚对鑄造收縮的影响	136
3 对收縮的机械阻碍和热阻碍	140
第五章 鑄鋼件中的縮孔及其防止方法	142
1 縮孔形成的理論和确定縮孔体积的公式	144
2 縮孔形成过程的分析	155
3 縮孔的位置和形状	162
4 金屬和鑄型的性能对于鑄件縮孔的体积、形状和位置的影响	171
5 防止鑄件縮孔的方法	184
第六章 鑄鋼件中的气体夹杂物及其防止方法	198
1 鑄件中的气体夹杂物	198
2 气孔的形成机构	199
A 由鋼中析出的气体在鑄件中生成的气孔	202
1 鋼吸收的气体	202
2 气体由鋼中析出和气泡的形成	209
3 鋼中的氧	216
4 鋼中的氢	222
5 鋼中的氮	238
6 鋼中的一氧化碳、二氧化碳和沼气	239
7 防止鑄件中归咎于金屬的气孔和夹杂物的方法	240
B 鑄件中由来自鑄型的气体所形成的气孔	241

1 浇注系统的卷入作用	242
2 型腔中的气体和空气的影响	243
3 铸型水分的影响	246
4 铸型中发气成分的影响	247
5 铸型与型芯的紧实度和透气性的影响	249
6 金属注入的影响	251
7 浇注温度的影响	253
8 铸型材料和温度的影响	255
9 冷铁和型芯撑的作用	256
10 铸件结构的影响	256
第七章 铸钢件中的非金属夹杂物及其防止方法	258
1 铸件中的非金属夹杂物	258
2 非金属夹杂物的形成机构、形状和分布	260
A 铸件中由金属杂质形成的非金属夹杂物	263
1 从外界进入金属中的夹杂物	263
2 金属内生成的夹杂物	263
B 铸件中由于铸型的杂质所形成的非金属夹杂物	272
1 由注入金属的型腔进入的非金属夹杂物	272
2 浇注金属时由型腔所落入的非金属夹杂物	274
第八章 铸钢件的偏析及其防止办法	281
A 铸钢件中偏析过程的机构	282
1 正的和负的、轴向的和非轴向的区域偏析乃是钢在液态时 偏析过程的结果	282
2 钢的区域偏析和结晶偏析乃是一次结晶过程的结果	285
3 正常区域偏析	288
4 反常区域偏析	290
5 比重偏析	291
6 结晶偏析(枝晶偏析)	292
7 气体偏析	296
B 钢的基本物理-化学性质对铸件中偏析过程的影响	296
1 金属成分中元素的不均匀分布和偏析的关系	296
2 防止归咎于金属的偏析在铸件中发展的方法	299
B 铸型对铸件偏析过程的影响	299
1 浇注条件对偏析的影响	300
2 铸件在铸型内的冷却速度对偏析的影响	301
3 浇注时铸件结构对偏析的影响	302

4 防止归咎于鑄型的偏析在鑄件中发展的方法	305
-----------------------	-----

第二篇 鑄鋼的鑄造性能和二次結晶

第九章 鑄件在热处理过程和和鑄型中冷却时鋼的二次結晶	306
----------------------------	-----

I. 鑄件在鑄型內冷却时鋼的二次結晶	308
自发的和强迫的晶間和晶內的二次結晶	308
A 鑄件在鑄型內冷却时鋼的性质对二次結晶的影响	314
1 鑄件的非金屬夹杂物对鋼的二次結晶的影响	314
2 鑄鋼成分的不均匀性对二次結晶的影响	320
3 鋼成分对二次結晶的影响	324
B 鑄件冷却时鑄型对鋼的二次結晶的影响	326
1 澆注条件和鑄件在鑄型內的冷却速度对二次結晶的影响	326
II. 鑄鋼件热处理时的二次結晶	331
1 热处理对鑄件二次結晶的作用	331
2 热处理时冷却速度对鑄鋼件二次結晶的影响	334
3 鋼鑄件生产中的热处理过程	339

第十章 鑄鋼件的热裂及其防止方法	347
------------------	-----

1 鑄件的热裂	347
2 形成热裂的机构	349
A 金屬的性质对形成热裂的影响	352
1 金屬收縮的影响	353
2 金屬流动性的影响	354
3 一次結晶、縮孔、偏析、气体和非金屬夹杂物的影响	355
4 金屬温度傳导性能的影响	357
5 金屬强度的影响	357
6 澆注速度和澆注温度的影响	359
B 鑄型对鑄鋼件中形成热裂的影响	361
1 鑄型的压潰性	361
2 鑄件结构的影响	365
3 注入金屬、設置冒口和鑄件冷却速度的影响	370

第十一章 鑄鋼件中的鑄造应力及其防止方法	375
----------------------	-----

A 在鑄鋼件中形成鑄造应力的理論	378
1 鑄件中的残余应力	379
2 冷却时鑄件中的热应力	385
3 冷却时鑄件中的相变应力	395

4 冷却时铸件中的收缩应力·····	398
5 微观应力和超微观应力·····	399
6 铸件中的铸造应力·····	400
B 热处理时铸件中的内应力 ·····	401
1 在热处理过程中,当加热时铸件中的内应力·····	401
2 在热处理过程中,当冷却时铸件中的内应力·····	405
3 热处理时铸件中内应力的消除·····	409
4 铸件机械加工时的内应力·····	413
5 测量应力的实用方法·····	414
B 防止铸件中的铸造应力的方法 ·····	414
1 在应力作用下铸件中的塑性变形和冷裂·····	414

引 言

用鑄造方法获得各种形状复杂的工件，是人类自古以来就知道的事情。还在古老的俄罗斯时代，人們即已从事金屬的鑄造。在壮士歌中就曾提到“三百普特重的鑄銅連杆”。1067年在諾夫郭罗德城的教堂里已置有鑄造的大钟，而在伊万三世的时候，第一次鑄出了大炮。当时莫斯科的炮兵甚至是最强大的。例如，大家知道，馬克西米林二世的大使柯宾察尔曾向他报告〔1a〕^①：

“……莫斯科大公拥有大量的各式武器，而配备这样的武器的部队以前誰也沒有看見过，誰也不会相信有关它們的介紹……俄国人經常配备的各种大炮不下 2000 門”。

1554 年曾鑄出口徑 26 吋(650 毫米)的鑄铁炮，而在 1620 年，著名的“鑄炮能手”安德烈·巧霍夫(Андрей Чохов)就已鑄出 2400 普特(約 40 吨)重的“沙皇大炮”。

甚至在像古老的罗斯托夫这样的小城市里，当时已經善于鑄造全世界著名的、享有“罗斯托夫钟声”盛名的大钟。1689 年工匠佛洛尔·切烈奇也夫(Флор Терентьев)就在这里鑄造出有名的 2000 普特重的大钟“Сысой”。

俄国鑄造工匠的技艺，甚至在久远的年代以前就已經不仅不逊于外国工匠，而且在艺术和勇于創造方面还超过他們。帕甫尔·阿拉普斯基(Павл Алеппский)于其著名的游記“君士但丁堡大主教馬卡利叶游俄記”中有关这方面的叙述是很有意义的：

“……沙皇阿列克塞·米哈依洛維奇为了鑄制 8000 普特重的大钟，特从奥国請来匠师。他們向他請求 5 年的期限，以便把钟鑄好，因为正如我們以后看到的那样，为制造大钟及其装置所需要的劳动量是极其巨大和无法估量的。但是后来有个害过鼠疫病的工匠来到

① 方括号內的数字是原书参考文献的順序号(下同)。参考文献列在下册书末。——

了沙皇那里，这个工匠是个不到 20 岁、个子不高的青年人。他只請求一年的限期……沙皇很高兴，并让军队帮助他……他实现了自己的諾言，并且不到一年便把钟鑄好了”。

俄国鑄造艺术的杰作——“沙皇大钟”重 12000 普特(約 200 吨)，于 1734 年由伊凡·馬托林(Иван Маторин)鑄成。全世界无可倫比的美妙的“青銅騎士”雕像，于 1782 年在圣彼得堡鑄出，它的准备工作进行了 6 年，鑄件的鑄造則經過 2 年。这个雕像不仅在艺术上，而且在技术上也是一个杰作，因为鑄件重 1350 普特，高 10 米，鑄件的壁很薄，而且厚薄不匀——馬的头部为 8 毫米，臂部与尾部(尾的下部和两个飞翼)为 30 毫米。雕像上的金屬像这样分布是必要的，这能使像体稳定(降低它的重心)。即使是現在，鑄制这样良好的鑄件也是十分复杂的技术問題。

欧洲各国几乎是同时在十九世紀中叶方始鑄成第一批真正的鋼鑄件。1866 年拉符洛夫(А. С. Лавров)，卡拉庫茨基(Н. В. Калакуцкий)就已經在他們的著作中^{①②}，对于获得优质鋼鑄件的一系列基本条件做了深刻的分析，并且第一次发现鋼的偏析現象和鑄件中的縮孔、气孔以及內应力生成的机构。根据切尔諾夫(Д. К. Чернов)的考证^③，在此以前从来没有过这样的著作，他說“……不仅在俄国的而且在外国的文献上都从来没有过任何类似的著作……”。

1870 年，俄罗斯著名的平炉炼鋼先鋒伊茲諾斯柯夫(А. А. Износков)于索尔莫夫城用俄国第一个 2.5 吨平炉制造出第一批平炉鋼鑄件。这批鑄件的质量是如此的优良，1870 年曾陈列于圣彼得堡的全俄陈列館內。

使鑄件达到这种质量是技术上很大的成功，因为在那个时候鑄成的鑄件的特点是含碳量很高。当时在炼鋼炉內还不能达到熔炼低

① 拉符洛夫，鋼炮的制造，“炮兵杂志”1866 年第 10 期 505 頁；第 11 期 555 頁。

② 卡拉庫茨基，鋼炮材料的研究，“炮兵杂志”1867 年第 5, 7, 9, 10 期。

③ 切尔諾夫，关于拉符洛夫和卡拉庫茨基的鋼和鋼炮論文的評論以及切尔諾夫本人对这个問題的研究，帝俄技术通报，1868 年 7 月号 399 頁。

碳鋼所必需的炉温，而且当时也不能适当地將鋼脫氧，并使之鎮靜，因此不論坚实的或脆弱的鑄件还經常出現气孔。

欧洲从 1875 年起，美国从 1876 年起，才开始出現碱性平炉，解决了大量生产硫、磷含量均低的高温軟鋼的問題。同时，切尔諾夫于 1878 年在他的世界名著“关于鑄造鋼錠結構的研究”一文中，就明晰地确定了含硅量对于获得沒有气泡的异型鑄鋼件底作用。

那时俄国許多天才的学者和技术工作者是各工业部門的先进者和革新者。他們不仅能在实际中解决炼鋼、鍛制和鑄造的复杂問題，而且首先写出了許多世界科学名著，这些著作介紹了实际經驗并拟訂出相应生产部門以后发展的道路。

“金相学之父”——金相学的創始者切尔諾夫的著作是大家所知道的，他首先創立了合金的相变，合金的結晶、結構和性质的科学。切尔諾夫在叙述这些研究工作进行的条件以及评价他的同代人和先驱者拉符洛夫与卡拉庫茨基的著作时，說道：

“……我們遭遇了困难……这个問題（指鑄鋼——作者）突然摆在我们面前，我們必須全力以赴，所以尽管是局部地闡明問題真相的每一句話，有如积在蜂房的每一滴蜂蜜，对我们都是有益的……”。

“……我們应当由于在文献中有拉符洛夫和卡拉庫茨基的著作而自豪；他們首先指出了鋼錠中空穴的分布，并且指出了空穴的分布与熔炼和鑄造的情况（鋼錠各部分密度的分布和其化学成分的不均匀性）有关……”。

著名的俄国冶金学家——巴伊柯夫(А. А. Байков)，巴甫洛夫(М. А. Павлов)，格魯-格尔齐馬伊洛(В. Е. Грум-Гржимайло)，李宾(В. Н. Липин)，別里雅叶夫(Н. И. Беляев)，以及叶万古洛夫(М. Г. Евангулов)等人的著作，对后来金屬鑄造科学的发展有着巨大的影响。可是只有在偉大的十月社会主义革命之后，当高等学校、科学研究院和各先进工厂的全体学者和技术工作者的工作开始开展起来的时候，鑄造生产和它的科学基础才达到特殊的繁荣。金相学和鑄工的新学派出現了，其中有顧德佐夫院士(Н. Т. Гудцов)，保切

瓦尔院士；专业教研室有列宁格勒加里宁工业学院、莫斯科包烏曼高等工业学校、烏拉尔基洛夫工业学院、莫斯科斯大林钢铁学院等校的鑄工教研室。

在回顾提高鑄鋼生产的历史条件时，必須指出：在十九世紀 70 年代，俄国铁道运输业的发展对于提高鑄鋼生产提供了特殊的动力，現在铁道运输业还是鑄鋼的最大消費者（見 17 頁的統計資料）。今后还将如此：

“铁路需要有供建造軌道、机車和車箱用的大量金屬，需要有不斷增加的燃料、石煤和石油，結果就引起了冶金工业和燃料工业的发展”^①。

由于这个原故，尚处在萌芽状态的鑄鋼生产就蓬勃发展起来。1878 年即已开始实行鑄件退火，起初，鑄件和鑄型一同退火。造型材料的許多研究工作始終都在进行。結果因各地条件不同，而找出了各种各样的型砂成分。譬如，大家知道，1883 年俄国和德国利用芬兰的干石英砂，混合以 2~3% 的磨成粉末的粘土。当时第一次发表了鑄鋼成分的介绍和一覽表。1892 年已用含碳 0.4~0.6% 的鋼澆注普通鑄件；較重要的鑄件用含碳不超过 0.4% 的鋼鑄造，而承受冲击負荷的鑄件則应用含碳 0.2% 的鋼。

1899 年已經制造出重 35 吨以上的輪船上的大型鑄件（艙框架）。按照重量和用途來說，鑄件的品种已很繁多，从而促进了特种熔炼設備的創造发明。

1885 年出現了小型貝氏轉炉。它可以熔炼出小量的高溫鋼液来澆注小型鑄件。彼得堡的涅瓦造船工厂（現在是涅瓦列宁机器制造工厂）曾应用过一个这样的炉子。

由于要求提高鑄鋼件的质量，从 1905 年起应用了电炉。对异型鑄件說来，应用电炉鑄鋼已逐漸具有更大的意义。

碱性电炉中开始熔炼出硫、磷含量均低的鋼液，这种鋼是小型貝

① 联共（布）党史簡明教程，1938 年 7 月出版，（見莫斯科出版中文版第 15 頁）。

氏炉鋼所不及的。因此,小型貝氏炉逐渐为电炉所代替。

可是和酸性鋼相較,碱性电炉鋼由于强烈脫氧,因而流动性不良,并且它的生产技术-經濟指标低下,故近来使用酸性电炉炼鋼得到很大的发展。只有在澆注某些特別重要的和薄壁鑄件需要用磷、硫含量很低或者含有某种合金元素的鋼时,方在碱性电炉中熔炼。

最近,小型貝氏炼鋼法又从前获得以前所失去的鑄造小型和中型鑄件的地位,熔炼过程已有很大的改善:熔铁炉內使用 75~90% 的廢鋼而得到合成生铁(人工生铁),以保证低的含磷量^①;吹氧以前在铁水包內加苏打去硫,使含硫量降低至 0.03~0.05%,或者在碱性炉衬(用燒結白云石)和預热送風的条件下用碱性熔渣(CaO 50% 以下)熔炼;用光电管控制熔炼过程。

就大量制造小型和中型鑄件來說,用三联法:熔铁炉——小型貝氏炉——酸性或碱性电炉,是特別合理的。

1920~1930 年間,开始应用无铁心高周波感应电炉来鑄造高合金鋼(耐酸或耐热等)鑄件。尽管熔炼过程很强烈,但由于全部鋼液易于达到均匀的高溫以及熔損最小,酸性炉衬的高周波电炉极为迅速而广泛地,并且几乎是唯一地被用来鑄造高合金鋼鑄件。

在 1920~1930 年这个时期,研究工作者、学者和工程师們的著作作为鑄鋼件的生产奠定了稳固的科学-技术基础,以前的鑄鋼件生产特点大多是凭人們在生产中的經驗和技艺。

在对各种造型材料的研究方面做了許多工作,并确定了型砂的物理-机械性能的标准,建立了型砂的檢查制度。已开始广泛采用湿砂型以代替干砂型。这不仅要求使用质量很高的型砂,而且要使用特別的澆注系統和澆注設備(茶壺式鋼水包)。在确定型砂于高溫时以及在鋼液作用下的底物理-机械性能方面的工作,近来有了进一步的发展。同时也开始应用新的造型材料(水泥,石英粉,純橄欖岩,菱

① 涅瓦列宁工厂于1924年首先采用了这个方法,参考謝李瓦諾夫(Б. И. Селлба-нов)与涅亨齐的“关于在熔铁炉內鑄制合成生铁的問題”,冶金杂志,1928 年第 5 期。

鎂矿)，近来还应用鉛石矿^①。用膨潤土代替粘土，用亚硫酸盐溶液和各种合成粘合剂代替有机混合物和貴重的油剂做粘結剂。

在金屬型(硬型)鑄鋼法的研究、运用以及对其进行科学論证方面，苏联技术工作者是革新者，苏联在这方面工作进行的規模远远超过外国。已研究出来的生产硬型鋼鑄件的方法，在偉大卫国战争时期，对加强和簡化生产过程起了一定的作用。

苏联近年来对于获得优质鑄件的条件曾进行理論上的綜合研究，并詳細地分析縮孔、裂縫、应力、气孔以及非金屬夹杂物形成的机构。质量的提高(廢品减少)以及冒口和澆口消耗鋼液的减少，使得成品率显著提高。新的发气压力冒口以及計算和装置易割的球状暗冒口的方法，已在苏联提出并加以利用。

在1930~1940年期间，广泛地研究了各种用于异型鑄件的特殊鋼，使特殊鋼的应用范围迅速扩大。施行較为复杂的热处理代替了簡单的退火处理，其中如重达40吨的鑄件进行水中淬火。这不仅能提高合金鋼鑄件的质量，而且也能提高普通碳鋼鑄件的质量。此外，苏联还是世界上第一个研究和制成天然鎳鉻鋼鑄件的国家。

苏联在工业化时期，鑄鋼件制造过程的机械化已达到了特別的境地。开始用造型机(包括拋砂机)制造鋼鑄件，并应用輸送帶澆注湿砂型。这种生产的方式是：用皮帶輸送統一配制的型砂，将鑄件在1000~1100°C时于震动篩上打箱，用冷却輸送帶送至清砂間等等。由于如此广泛的和大胆的机械化的結果，我們在斯大林五年計划年代建成的大型机器制造工厂的鑄鋼車間，按照生产率來說是世界上最大的鑄鋼車間。

1929年，即第一个五年計划的头一年，苏联鑄鋼产量比美国少八分之七，苏联当时在欧洲占第三位。可是到1936年鑄鋼产量业已增加了两倍，超过60万吨，苏联已在欧洲占第一位。在偉大卫国战争开始时，生产的增长愈来愈快，苏联的鑄鋼产量实际上已占世界第

① 自然的矽酸鉛破碎成足够的細末(50%通过100~140*篩子)，其热膨脹系数比普通石英砂的小两倍，而温度傳导系数却相当的大，使用它有时可以起外冷铁的作用。

一位,只有美国根据它的潜在能力可能超过。

近年来鑄鋼件生产发展的特点,是合金鋼鑄件的产量增长的很快。为了說明这一点,可以指出:美国虽然由于經濟恐慌,鑄鋼产量的绝对数量减小,但它在10年之内合金鋼鑄件的产量仍由7%增高至21%。美国在第二次世界大战时期,合金鋼鑄件的产量急速提高,并仍保持同样的比例,如表1。

表1 1943年美国250个鑄造車間各种炼鋼炉的
碳鋼和合金鋼鑄件的产量

鋼 种	平 炉		电 弧 炉		貝 氏 炉		坩 埚 炉		高 周 波 电 炉		合 計	
	(千吨)	(%)	(千吨)	(%)	(千吨)	(%)	(千吨)	(%)	(千吨)	(%)	(千吨)	(%)
碳 鋼	741	49	730	48	40	2.5	0.3	0.2	0.5	0.3	1511	100
低合金鋼	100	36	176	63	1.3	0.5	—	—	0.2	0.1	278	100
高合金鋼	0.01	—	16	81	—	—	—	—	3.8	10.0	20	100
高 錳 鋼	—	—	45	100	—	—	—	—	—	—	45	100
合 計	841	45	967	52	41.3	2.2	0.3	—	4.5	10.3	1854	100

苏联在1946~1950年恢复和发展国民經济的五年計划中要求:与战前水平相較,机器制造业和造船工业要提高一倍,并且要大量发展铁道和汽車运输业以及其他国民經济部門——这就决定了合金鋼和普通碳鋼鑄件的产量要相应地大量提高。苏联在战后斯大林五年計划的第二年,各种鑄鋼的产量已重新跃为欧洲第一位。

鑄鋼件的性能和生产的特点

鑄鋼件的生产对于現代机器制造业的发展起了很大的作用。它能使設計师取得形状很复杂的鑄件,其复杂程度几乎与鑄铁件一样,而性能較高。

与鍛制品、压制品或鑄铁件相比較,鑄鋼具有下述的优点:

- 1) 鑄件各部分結構比較均匀,因而能均匀地抵抗变形;
- 2) 金屬在鑄件各部分的分布,在滿足机械性能的要求下,易于得到最小的結構重量;