

鋼 軋 輥 的 鑄 造

黃 春 華 編 著



机 械 工 业 出 版 社

內 容 簡 介

本书首先分析了軋輥的受力情况和使用要求，介绍了选择各种軋輥材料的注意点。接着分析了现有的几种鑄造鋼軋輥的方法，着重地介绍了目前較先进的一种鑄造方法——金屬型挂砂法。最后介绍了我国和苏联若干工厂对鑄鋼軋輥进行热处理的規程。

本书可供鑄造工人閱讀。

編著者：黃春華

NO. 3161

1960年2月第一版 1960年3月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 23 千字 印張 1 0,001—4,030 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第008號

統一書號 T15033·2076

定 價 (9) 0.13 元

一、对軋輥的基本要求及其材料的选择

軋輥是軋制鋼材最重要的工具之一。軋鋼机的生产能力及軋制品的质量，在很大程度上取决于軋輥质量的优劣，因此，設法改进軋輥的生产方法，提高生产技术，提高軋輥的产量和质量有着十分重大的意义。

軋輥的质量在很大程度上取决于它的材料的选择和所采用的制造方法。冶金工厂所采用的軋輥，大部分是用含不同成分的合金鑄鉄（如鎳、鉻、鉬、釩等）鑄造成的；目前也有用球墨鑄鉄鑄造的。开坯机軋輥，由于压力逐渐加大，需采用高碳鋼或高碳低合金鋼制造。

軋輥在工作过程中的受力情况因軋鋼机的类型和被軋制材料的不同而有所区别。一般說来，它受到扭轉、剪切和連續弯曲应力，以及强烈的磨損和冷热的交变等作用。用于板坯和板材軋机的軋輥，还受到附加的冲击和震动作用，因此对这类軋輥还要求具有一定的表面硬度，以免被軋鋼材表面发生缺陷。

（一）对軋輥性能的要求

根据軋輥的使用要求及其受力情况，对軋輥提出下面四点要求：

1 强度及韧性 由于軋輥在工作过程中会受到弯曲、剪切及連續扭轉等应力，这些应力均可能使軋輥折断，因此它应当具有足够的强度和韧性。軋輥的强度和韧性是否良好，取决于它的外形尺寸的设计、化学成分、鍛造或鑄造方法以及热处理方式

等等。

2 耐磨性（或称抗磨性） 耐磨性是轧辊工作面最重要的机械性能之一。轧辊的使用寿命以及轧制品的公差，主要取决于轧辊工作面的耐磨性。轧辊表面被磨损的原因是：

- （1）被轧制钢材与轧辊之间发生滑动磨擦；
- （2）高温和冷却水及空气中的氧化性气体对轧辊表面的腐蚀作用。

在一般情况下，耐磨性是以硬度来表示的，也就是说硬度愈高，愈不容易磨损。但是各种材料所能够达到的硬度范围是有一定限度的，若超过这个限度范围，就会降低轧辊的强度、韧性和抗震性，就容易使轧辊折断。更具体的讲，钢轧辊的抗磨性主要决定于下列因素。

- （1）轧辊的化学成分；
- （2）轧辊的热处理方法；
- （3）轧辊的孔型设计；
- （4）被轧制钢材的性质；
- （5）轧辊的强度；
- （6）轧辊冷却设备的构造。

3 表面性 表面性也就是要求轧辊工作表面光洁，在轧制过程中不粘辊。

4 刚性 刚性是指轧辊在工作过程中所产生的挠度的大小。刚性大，挠度就小；刚性小，挠度就大。很明显，刚性对于轧制中板及薄板的轧辊来说是特别重要的。如果这类轧辊的刚性很差，那末在轧制过程中轧辊就会发生较显著的挠度。这样轧出来的钢板的厚度就不均匀（中心厚边缘薄），而且还会在钢板的边缘部分产生皱纹。

(二) 鑄鋼軋輥材料的選擇

鑄鋼軋輥的質量及其使用壽命與它所選用的材料有密切的關係。軋輥的材料應根據其工作條件和使用要求來選擇。用於初軋機、型鋼機與開坯機等的軋輥，對它們的基本要求是強度高和防止產生任何方向的裂紋。所以製造這一類軋輥的材料，要求強度大、韌性好，而對硬度的要求則比較低 ($H_B 180 \sim 240$)。對於用在薄板、中板、中型、小型鋼材的精軋機的軋輥，其基本要求是強度大和硬度高。所以對製造這類軋輥的材料的要求也就是強度大和硬度高 ($H_B 350 \sim 500$)。

鑄鋼軋輥的材料，基本上有兩種，即高碳鋼和高碳低合金鋼。常用的有一元合金鋼（錳、鉻等）和二元及三元合金鋼（錳、鉻、鎳、鉻鎳、鉻鉍、鎳鉍及鉻錳鉍、鉻鎳鉍等）。大家知道，在鋼中加入各種合金元素，有的能夠增加鋼的強度、硬度和抗磨性，有的能夠增加鋼的韌性以及其它機械物理性能。例如，鋼中加入鉻能夠增加鋼的硬度，並且可以獲得較細的晶粒組織；加入鎳能夠提高鋼的韌性和熱穩定性，而加入錳能夠提高抗磨性等等。現

表 1 鑄鋼軋輥常用的化學成分 (%)

鋼種 \ 化學成分	碳	硅	錳	鎳	鉻	鉍	硫	磷	用途
高碳鋼	0.6~0.9	0.25~0.5	0.5~0.9	—	—	—	≤0.05	≤0.04	初軋輥
60XH	0.45~0.65	0.17~0.37	0.5~0.8	1.0~1.5	0.45~0.75	—	≤0.04	≤0.04	初軋與型鋼軋
60Γ	0.55~0.15	0.17~0.37	0.7~1.0	≤0.03	≤0.03	—	≤0.045	≤0.04	型鋼與薄板軋
YH1XHM	1.0~1.2	0.25~0.5	0.5~0.8	1.2~1.4	0.9~1.3	0.2~0.4	≤0.039	≤0.039	薄板軋

在把鑄鋼軋輥常用的化學成分列於表 1。

由於鋼軋輥的化學成分不同，因此它們的機械性能和硬度也就不相同。例如，高碳鋼（退火後）的延伸率為 $>8\%$ ，抗張強度為 ≥ 60 公斤/毫米²，硬度 $H_B=229$ ；60Г鋼（正火後）的延伸率為 $>9\%$ ，抗張強度為 ≥ 70 公斤/毫米²，硬度為 $H_B=269$ ；60XH鋼（退火後）的硬度為 $H_B=217$ ，正火後的硬度未測定。

根據資料介紹，蘇聯、東德、美國和英國，大部分的鑄鋼軋輥是採用共析或過共析成分。根據生產實踐的經驗，鑄鋼軋輥有採用高碳材料的趨勢，因為高碳鋼軋輥的強度、耐磨性和使用壽命均較亞共析鋼軋輥為高。

過共析鋼軋輥的組織是由珠光體與網狀碳化物組成。它的工作面具有良好的耐磨性，對於鑄造狀態的脆性則可以用熱處理的方法來加以消除。

二、鋼軋輥的鑄造方法

（一）鑄鋼軋輥的優越性及國內外應用概況

鋼軋輥的製造，一部分是用鋼錠鍛壓而成，一部分是直接鑄造而成。此外，還有用特殊的製造方法，例如在鋼的芯軸上以紅套的方法裝上外套或者孔型圈，以及用复合鑄造方法製造等等。

實際生產中證明，鑄鋼軋輥在經過適當的熱處理以後，就其強度來說，並不亞於鍛鋼軋輥。用鋼錠鍛制鋼軋輥時，鍛壓比很大（約為2~4），並且鋼的回收率不高，同時需要昂貴的鍛壓設備。同時，鍛造軋輥的中心（尤其是大型軋輥）是很難鍛透的，因此在軋輥中心區的強度是不大的。根據國外資料及我國的生產

情况証明：采用鑄鋼軋輥来代替鍛鋼軋輥是完全可能和合理的。在美国和英国采用鑄鋼軋輥几乎是唯一的方法。在苏联，某些冶金工厂在各种不同的机架上，包括 $\phi 850 \sim 900$ 軋鋼机在內，全部采用了鑄鋼軋輥，而且已經获得了很大的成效。

苏联的經驗表明，鑄鋼軋輥的使用寿命一般的比鍛鋼軋輥高1.5~2.5倍，并且在很多情况下甚至达到6倍；而它的制造价格則只有鍛鋼軋輥的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 。根据鞍鋼有关厂矿的資料証明，鑄鋼軋輥的使用情况十分良好。它的主要缺点是表面硬度还不够，耐磨性較差。在极个别的情况下（即軋制带有小凹槽的型钢时）略有粘輥現象，但是这些缺点并不十分严重，是完全可以設法克服的。

例如某軋鋼厂的 $\phi 550$ 、 $\phi 730$ 、 $\phi 850$ 、 $\phi 900$ 毫米軋机的平輥和 $\phi 530 \sim \phi 550$ 毫米軋机的立輥全部采用的鑄鋼軋輥。据該厂的統計，自57年11月开始使用鑄鋼軋輥，直到59年2月，尚未因有磨損或其他損坏而报废过軋輥。原始軋輥尚在繼續使用。此外另一軋鋼厂（型钢厂）的 $\phi 740$ 毫米型钢机，用鑄鋼軋輥軋制輕軌时，在正常情况下每根孔型的軋制量达到35000吨，而在很多情况下甚至达到45000吨。根据該厂的反映，只要鑄鋼軋輥表面硬度稍加提高，軋制量达到100000吨以上是完全可能的。根据該厂近十年来的生产証明，鑄鋼軋輥的使用还是比较滿意的。

关于某些厂矿鑄鋼軋輥硬度低的问题，据了解可能是由于鋼的化学成分选择不适当，或者是由于热处理方式不合理（沒有进行正火处理）所致。因此今后可以在这两方面着手研究解决。

根据苏联的資料介紹，鑄鋼軋輥最高使用寿命可以軋制230~450千吨。現在將苏联馬鋼和謝洛娃工厂对鑄鋼軋輥使用寿命的統計資料列于表2。謝洛娃工厂的某些軋輥的使用寿命比較低的

表2 鑄鋼軋輥的使用壽命

廠名	軋機	機架	軋輥尺寸(毫米)		軋材寬度 (毫米)	壽命軋出量 (噸)	
			輥徑	輥身長			
馬鋼	300	I~IV	405	850	106	30235	
		V~VIII	405	760		9300	
		I~V	490	450	120	15715	
		VI~VII	400	450		27888	
		VIII~X	355	450		28520	
		450	I~V	450	830	120	32000
	500	V~VI	750	965	150	4057	
	630	IV~VI	640	1320	220~240	170000	
	720	I~VI	710	1370		232957	
	謝洛娃工廠	320	A和B	660	1000		450000
			開坯機	450	1700	130~140	6079
		I~VIII					
450		開坯機	500	1700	170	10930	
850		I	850	2600	500	140000	
		II	850	2600		94000	
	開坯機	900	2400	67500			

原因是由于軋制大量的合金鋼材或者应用潮模鑄造所致(該廠的鑄鋼軋輥未經过适当的热处理)。与表2資料相比,我国鑄鋼軋輥每根孔型的軋出量还远远沒有达到最高水平,因此今后还需要加勁努力提高鑄鋼軋輥的质量。

(二) 鑄鋼軋輥鑄造方法的选择

1 現有的几种鑄造方法介紹

近几年来由于鑄鋼軋輥的生产日益增加,对它的质量要求也愈来愈高。为了满足使用要求,鑄造工作者及有关人員,曾致力

于研究和改进鑄造方法。这些方法主要有以下的五种，就是砂型鑄造法、金屬型鑄造法、金屬型挂砂鑄造法、雨淋式澆口澆注法及水平式离心鑄造法等。

关于鋼軋輥用雨淋式澆口鑄造及水平式离心澆注的主要目的，是企图获得最理想的定向凝固及借离心力的作用使軋輥的工作部分得到致密的組織。前一方法，因为在澆注过程中鋼水受到强烈氧化，以及出現鉄豆和下輥頸发生严重的裂紋、包砂等缺陷，而沒有試驗成功。后一方法，因輥身組織不很理想（有疏松）尙未試驗成功。

利用金屬型鑄造鋼軋輥也是比較理想的方法，它的优点是軋輥的质量好、鋼水消耗量低、生产率高，特別适用于成批和大量生产。

根据国内外現有的資料証明，在金屬型中鑄造較小的鋼軋輥（ $\phi 450$ 毫米以下的）已經基本上获得成功。但是生产情况并不稳定，也就是有时因为产生裂紋而报废。大中型鋼軋輥，尤其是直径大于 750 毫米的大型軋輥，由于輥身产生裂紋的問題尙无有效的控制方法，因而还在試驗阶段，只可以作为今后的研究方向。

为此，上述三种方法在本文內不作介紹。

2 砂型鑄造法和金屬型挂砂鑄造法的介紹

甲 砂型鑄造法

这种方法是用型砂制模，其制造方法和一般鑄件相同。現將制型方法介紹如下。

（1）砂箱 有壘箱（橫向分型）和两開箱（纵向分型）两种。前者采用木模实样分节制型，每节高度为 700~1200 毫米。用压缩空气錘搥砂。面砂为鑲砂，表面刷鑲砂粉塗料；背面用普通廢砂填充。这种方法，合箱麻煩，砂型容易损坏，澆口不易对准，

而且易于偏箱，分型面間还容易发生漏鋼（跑火）事故。它的优点是面砂搭得比两開箱結实，只需用較小的起重吊运設備。

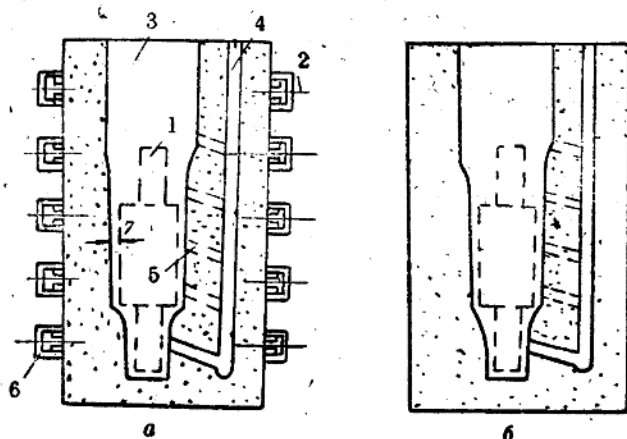


图 1 在砂型中鑄造鋼軋輥：

a—壘箱造型；*b*—两開箱造型。1—虛綫表示軋輥加工后的大小；2—分型綫；3—冒口；4—直澆口；5—內澆口；6—卡子；7—加工余量。

后者不用木模而用刮板。沿纵向分型，各用刮板刮制鑄型的一半。型砂及塗料与前者相同。合箱时两半箱用螺釘固紧，箱縫用泥浆堵塞。这一方法較壘箱法簡便，生产效率較高，适于大量生产。它的主要缺点是在烘模时砂箱分型面容易变形，使箱縫不严而发生漏鋼事故。

(2) 澆注系統 澆注系統有两种，即阶梯式澆口与底澆口（图 1）。直澆口采用內徑为70毫米的耐火质磚管制作；內澆口內徑为45~50毫米的耐火质磚管制作。內澆口（向上）带有一定的傾斜度（約 15° ），且与軋輥的圓周切綫相交。開設阶梯式澆口时，相邻两內澆口的間隔为450毫米左右。用阶梯式澆口的优点是使

鋼水按級進入鑄型，以造成良好的溫度傾差。它的缺點是制作麻煩；在內澆口附近的型砂往往不能搗實，容易造成粘砂；有時鋼水從上、下內澆口同時進入，容易造成鋼水冷掛（鋼水凝固在砂型上）而引起缺陷。底注式澆注系統制作簡便，一般採用得較為廣泛。

實際證明，澆注過程中，由於鋼水有重力慣性作用，因此雖然開有階梯式澆口，但是鋼水大部分仍然從下部澆口進入。因此，生產單位現已大部分改為用一道內澆口底注的方式了。圖1中所繪的虛線內澆口表示目前已經不用了。

(3) 澆注 不論是整箱或是兩開箱造型，面砂厚度均為80毫米左右，而且都是干模澆注（烘模規程見後面）。開始時，澆注速度宜快，鋼水達到冒口高度的 $\frac{1}{3}$ 時，改從冒口中澆注入，直至澆滿為止。澆注完畢，立即向冒口中投入保溫劑，經適當時間後，再用熱鋼水（一般用電爐鋼水）點注冒口1~2次。

澆注後，鑄件在砂

型中經過適當時間的保溫（具體時間見表10），就可以打箱進行

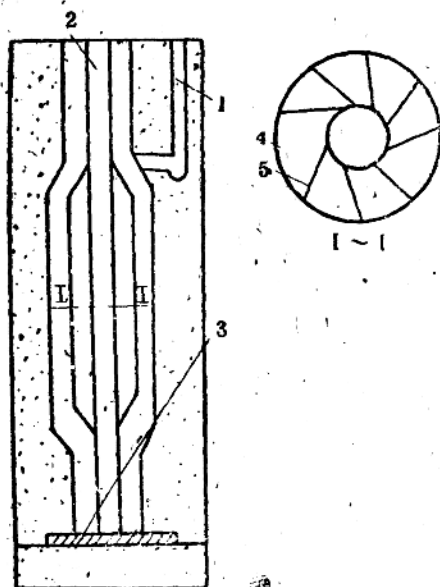


圖2 砂型中下內冷澆鑄造鋼軋鋼

1—直澆口；2—鋼管；3—磚片；4—圓鋼；
5—輪叶形鋼板。

清理。

鞍鋼曾經用過砂型鑄造法下內冷鉄鑄造較大的鋼軋輥。在砂型中下內冷鉄后，加速了軋輥中心的冷卻，減少了冒口部分鋼水的消耗量。

制型方法与图 1 完全相同。上注式澆口和內冷鉄的大小应根据鑄件的大小来决定。就图 2 所示的軋輥来讲，是使用 8~10 毫米厚的鋼板焊成扇形叶片，內端焊牢在直徑为 190 毫米、壁厚为 5 毫米的鋼管上（在鋼管上穿有直徑为 40 毫米的孔若干个）。外端焊上直徑为 25 毫米的圓鋼五圈。冷鉄表面应光洁，不得有銹和油，位置要下得正确。

采用上注式澆口对干型进行澆注(图 2)，当鋼水澆至冒口部分高度的 $\frac{1}{3}$ 时，改从冒口中澆注。澆注完毕，立即向冒口中投入保温剂。澆注后，根据軋輥的尺寸，隔 1~2 小时点冒口 1~2 次。

鑄件在鑄型中經過一定時間的保温（根据軋輥的大小和材料的不同，保温時間也不同），即可打箱进行清理。

砂型中下內冷鉄的方法，除了它仍然有砂型鑄造法的若干缺点外，操作还很麻煩。同时如果冷鉄太大时，一般說来不能熔化，在凝固过程中冷鉄与鑄件的收縮也不一致，在冷鉄周圍就会出现很多裂紋，反而影响軋輥的强度，容易使軋輥在工作过程中折断。因此，在一般情况下不采用此法。

(4) 砂型鑄造鋼軋輥的主要优缺点

优点：設備費用少，無需成套的專用設備；由于冷卻緩慢，不易产生裂紋；适合于小型軋輥的单件生产。

缺点：由于砂型鑄造軋輥的凝固速度緩慢，結果晶粒粗大，以及发生强烈的偏析作用(化学不均匀性)等缺陷，因而軋輥的强度低，耐磨性差。同时在冒口部分的金屬消耗量大，毛坯的加工

余量大，以及砂型只能使用一次等等。

乙 用金屬型挂砂法鑄造鋼軋輥

金屬型挂砂法，是砂型與金屬型的綜合運用。它既有金屬型鑄造的優點——導熱性良好，鑄件內部組織致密，鋼水消耗量低，生產率高等等，又有砂型鑄造的優點——軋輥不易產生裂紋。同時還能克服金屬型鑄造的缺點（易裂）和砂型鑄造的一系列缺點。因此它成功地解決了大型鋼軋輥的鑄造問題。這一方法的創造成功，對軋輥生產起了很大的作用。

(1) 利用金屬型挂砂鑄造鋼軋輥的發展過程 金屬型挂砂

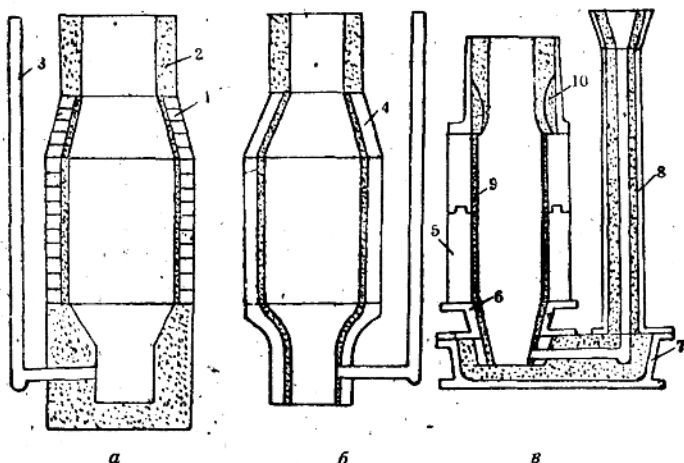


圖 3 用金屬型挂砂法鑄造鋼軋輥的發展過程：

a—外冷鉄挂砂；b—鉄磚挂砂；B—金屬型挂砂；1—外冷鉄；2—冒口圈；3—澆口；4—鉄磚；5—金屬型；6—下軋輥金屬型；7—底座；8—澆注管；9—挂砂；10—上軋輥金屬型。

法鑄造，是經過了下列一些工作階段后發展起來的。

1) 外冷鉄挂砂法：由於砂型鑄造鋼軋輥存在一系列的缺點（特別是鑄造較大軋輥時），軋輥的質量不高。為了解決這一問題，鞍鋼的鑄造工作者在蘇聯專家的指導下，於1952年3月開始，改用外冷鉄挂砂法鑄造鋼軋輥（圖3 a）。這是用金屬型挂砂鑄造鋼軋輥的初步階段。外冷鉄是用鑄鉄澆注成的 $200 \times 200 \times 130$ 毫米的鉄塊（如圖4）拼合而成，12塊拼成一圈。在鉄塊挂砂的一面，帶有 10×10 毫米的鋸齒形凹槽，其目的是便於挂砂。在冷鉄的縱長方向，根據軋輥的高度來決定使用圈數。冷鉄表面吃砂厚度為 $25 \sim 30$ 毫米。鑄造結果，軋輥的質量比砂型鑄造時大為提高，並減少了冒口部分金屬的消耗量。

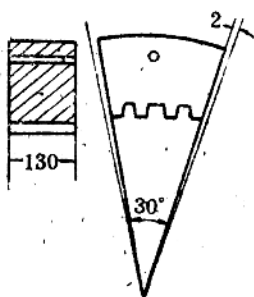


圖4 外冷鉄。



圖5 長条形鉄磚。

2) 鉄磚挂砂鑄造法：由於上述方法每次鑄造使用的冷鉄很多，組合時十分麻煩。於是進入了第二階段，用長条形鉄磚代替了小塊的外冷鉄。這種方法實質上就是把分散的外冷鉄在縱長

方向联接起来。联接处有三部分，即上下軋頸和軋身。在軋身部分冷鉄的形状如图5，每一圓周由12块鉄磚拼合而成，其长度則根据軋軋的規格来决定。为了便于吊运起見，在鉄磚的两端鑄入两根鉄棍。鉄磚表面吃砂厚度为20~25毫米。其余部分与用外冷鉄时相同（图3.6）。

利用长条形鉄磚代替外冷鉄块后，操作上大为簡便，生产率有所提高，因此，此法在鞍鋼維持了很長時間，直至現在某些鋼軋軋仍利用鉄磚法鑄造。

3') 金屬型挂砂鑄造法：虽然用鉄磚法比用外冷鉄要簡單，但是，由于在鉄磚外面需要用一套箱，鉄磚固定在砂箱上（我們称此为修箱）时，耗用的工时很大（約需250工时以上），影响鋼軋軋的产量提高。因而从1955年开始，又进一步試驗用整体冷型挂砂法鑄造，它的实质就是将鉄磚在橫向联接起来，把12块鉄磚合并成一个整体（图3.8）。当然，应用此法后操作更为簡便，产量亦大大提高。

（2）用金屬型挂砂法鑄造应注意的几个主要問題

1) 鑄型的出气問題：由于整体的金屬型沒有縫隙，在澆注过程中鑄型（特别是砂层）中所产生的气体就很难逸出；如果不設法使这部分气体通暢的排出型外，气体就会钻入鑄件中而形成气孔；或者由于气体压力很高，使金屬液向外噴濺（俗称噴火）。

2) 每节鑄型的长度問題：如果鑄型太长，挂砂就很困难，并且型砂不能很好的搭紧。因此，鑄型长度一般以小于1300毫米为宜。

只要能解决上述問題，用金屬型挂砂鑄造鋼軋軋是完全可能的。

从1958年开始，由于各方面全面大跃进，鑄鋼軋軋的需要量

比以往增加1~2倍。显然，要完成这一任务，只有大力推广冷型挂砂法。因而从已往的局部使用冷型挂砂法一跃而成为全面推广。它的使用范围，由直径500毫米一直推展到直径900毫米的軋輥。最近还用此法鑄造成功了直径1400毫米的大型軋輥。实践证明，这是鑄造鋼軋輥的良好方法。下面将此法詳細介紹。

(3) 金屬型的設計

1) 材料可以用鑄鉄或鑄鋼，最好是鑄鉄，因为它的变形傾向小。

2) 金屬型厚度：一般为130~200毫米左右，或采用其厚度为軋身直径的0.20~0.30倍。高度以800~1300毫米为宜，太高操作不便，且排气困难。

3) 在冷型內壁加工出3~5毫米深的螺旋凹槽，以增加冷型与砂型的附着作用（实践证明，沒有凹槽同样可以挂砂）。

4) 分型面要加工光滑，并要开出气槽。最好在金屬型壁上钻一定数量的出气孔。

5) 两节金屬型之間，要有固紧装置，以防澆注过程发生事故。

(4) 木模、伸尺及加工余量

1) 木模可以作成木质刮板（軋身及上軋頸用）和木质实样（在下軋頸及冒口部分用）联合造型。

2) 木型伸尺为2.0%。

3) 加工余量在軋身部分半径上加10~16毫米，在端部加10毫米。

关于鑄鋼軋輥的加工余量的选择，目前国内的資料还很不具体，現在将苏联謝洛娃厂所选择的加工余量列表如下，可以作为工作中的参考。

表3 鑄鋼軋輥的加工余量

厂名	軋輥尺寸(毫米)		加工余量(毫米)					軋身直徑 与冒口部 分之差
	軋身直徑	全 长	軋 身			上 下 軋 頸		
			直徑	端 下	部 上	直 徑	端 部	
謝 洛 娃	400	1500	4~6	10	50	15~25	10	90~130
	400~450	2500~3000	4~7	10	50	15~25	10	130~150
	500~600	2000~3500	4~8	15	20	20~30	15	150~170
	600~700	2000~3500	4~8	15	60	20~30	15	170~190
	700~800	3000~4000	6~10	15	60	20~30	15	190~210
	800~900	3000~4500	6~15	20	70	30~40	20	210~230
庫茲涅茨克	900	3500~4500	6~15	20	70	30~40	20	230~250
	800~950	1800~2100	12~25	40~60	40~60	40~60	100~120	250~150
	900~1100	1800~2500	12~25	40~80	40~80	40~60	100~120	28~180
馬 鋼	450	850	20	50	50	15(20)①	—	—
	500	900	20	50	50	20(30)	—	—
	550	965	20	60	60	35(35)	—	—
	630	965	20	100	100	50(50)	—	—
	720	1350	20	100	100	35(100)	—	—

① 在括弧內的數值為上軋頸的加工余量。

(5) 制型

1) 下軋頸部分 如图6所示,在圓弧部分用刮板刮出,在垂直部分用木模實樣制型。金屬型表面吃砂厚度為25~30毫米。在制型時,應特別注意將圓弧部分的型砂打結實,否則,很容易在該處發生粘砂,和掉砂。

2) 冒口部分 冒口部分用實樣造型。型砂成分與軋身不同(見表4)。有時為了節省型砂,冒口型壁內可以先砌一層磚然後搗砂。

3) 軋身及軋頸部分 如图7所示,如果是冬天,為了防止型砂凍結,要把金屬型加熱到60~120°C,并把墊圈固定好。(墊圈內