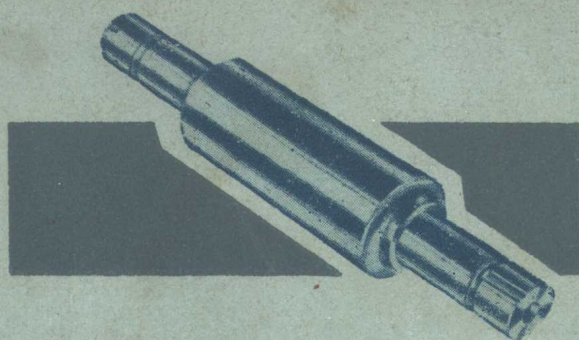




冷軋軋輥生產

А·С·彼得羅夫 А·И·卡爾曼諾夫著

中國工業出版社

本书介绍了冷轧工作辊和支承辊的用途及其使用方面的基本知识；研究轧辊的类型和结构以及制造轧辊用钢的技术条件。根据烏拉尔重型机器厂、电鋼城重型机器厂、新克拉馬托尔斯克机器制造厂和依若尔斯克工厂的经验，阐述鋼制整鍛冷轧轧辊的生产工艺过程，比較詳細地介绍冶金和机械加工（鍛造、粗加工、鉗深孔、調质、淬火等）周期中特殊的和較繁重的工序。

本书还探讨了提高轧辊质量，減輕生产劳动量 and 延长使用期限等问题。并叙述了对冷轧轧辊的运输、保管和使用的基本要求。

本书适于冶金工业和金属加工工业部門的工程技术人员、从事冷轧机操作和轧辊管理的人员閱讀，也可作为压力加工、机械加工、热处理和轧鋼专业的高等学校及中等专业学校师生的参考讀物。

本书由刘家驥、沈思泉、李超、赵元凱和溫延斌同志翻譯，由刘家驥和沈思泉同志統一校对。本书的翻譯工作曾得到馬員生同志很多帮助。

А. С. ПЕТРОВ А. И. КАРМАНОВ
ПРОИЗВОДСТВО ВАЛКОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ. МОСКВА-1962

* * *
冷 軋 軋 軋 生 产
刘 家 驥 等 譯

*
冶金工业部图书編輯室編輯（北京路市大街78号）

中国工业出版社出版（北京市朝陽路10号）

（北京市书刊出版事业許可證出字第410号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*
开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $6\frac{5}{16}$ ·字数 162,000
1963年9月北京第一版·1963年9月北京第一次印刷
印数0001—1,360·定价（10-6）1.00元

*
統一书号：15165·2390（冶金-396）

序 言

近十年来，鋼和有色金属的冷轧获得了广泛的发展。

仅在1959—1965年的七年计划期间，冷轧车间的能力计划增加7.5倍。冷轧鋼材在薄板总产量中占的比重 1958 年为24%，而 1965年将增加到51%。变压器鋼、不銹鋼以及有色金属的冷轧軋材也得到激增。

冷轧板材和带材与热轧相比较有較高的质量：表面光洁平滑、无黑斑、麻点、迭痕、氧化皮及其他缺陷。冷轧可以提高金属的强度，再配合进行特别的热处理，还可以提高金属（变压器鋼）的电气性能和磁性。

汽車工业和其他工业部門需要大量形状十分复杂的冲压件，而这些冲压件只有用冷轧鋼板通过深拉的方法才能得到。

为满足其他一些工业部門的要求，冷轧机还軋制具有特殊物理性能的硬质合金薄带。

在多輥式冷轧机上可以軋制的品种很多。由于这种軋机的工作輥和支承輥配用滚柱轴承来代替滑动轴承，大大地提高了軋机生产率，改善了軋材质量，并保证了軋材具有很高的精度。例如，厚0.1毫米的不銹鋼带（强度极限达120公斤/毫米²），冷轧时的厚度公差可以不超过0.04毫米。在冷轧机上已經可以軋制厚度为2微米的带材。

七年计划规定对現有冷轧机进行改装，并安装新的現代化结构的高生产率的軋机。将要投入生产的計有：1700四机架連續式薄板軋机，年产量为130万吨，軋制厚度为0.4~2毫米的板材，板卷重30吨，軋制速度达25米/秒；1200五机架連續軋机，供生产厚0.15~0.6毫米的鍍錫鋼板，卷重达22吨，最大軋制速度为35米/秒；1200多輥式冷轧机，可軋制厚0.05毫米以上的合金鋼及其他鋼的带材。

由于軋机结构和軋制工艺的改进，对軋輥寿命的要求也随之提高。

目 录

序言

第一章 概論	1
1 冷轧机簡述	1
2 中心孔及腹孔的用途和規格	7
第二章 对冷轧軋輥的要求	10
第三章 軋輥生产的工艺过程	13
1 工艺过程图	13
2 軋輥用鋼的熔炼及浇注特点	15
第四章 軋輥鍛造及退火工艺过程	27
1 鍛造設備及原始鋼錠的选择	27
2 軋輥的加热及鍛造規格	31
3 鍛件的鍛造比	48
4 鍛件的冷却	50
5 鍛造使用的工具和輔助設備	52
6 鍛件缺陷及其形成原因	55
7 鍛件和毛坯的工艺余量	57
8 熔炼检查及其目的	60
9 軋輥鍛件的退火溫度規格	61
第五章 軋輥的机械加工和热处理調质	69
1 鍛件的划綫和定中心	69
2 鍛件的粗車和以后的加工余量	74
3 中心孔的钻削	84
4 軋輥腹孔的搪削	102
5 热处理調质过程	108
第六章 軋輥的机械加工和淬火	116
1 淬火前軋輥輥身和輥頸的机械加工	116
2 軋輥的整体淬火	120
3 軋輥的工頻淬火	132
第七章 支承輥的制造	146

第八章 軋輥淬火后的机械加工	151
1 軋輥磨削前的車削加工	151
2 軋輥的預磨	153
3 軋輥长輥頸的加工	155
4 軋輥的磨削	156
第九章 淬火軋輥的质量檢查	175
1 軋輥輥身和輥頸淬火表面的硬度檢驗	175
2 磁力探伤	177
3 超声波探伤	179
4 淬火层深度的檢驗	181
第十章 軋輥的运输、存放和包装	182
第十一章 有关軋輥寿命及其使用的几个問題	184
1 工作輥寿命的比較資料	184
2 对于冷轧軋輥使用的主要要求	187
参考文献	194

第一章 概 論

1. 冷轧机简述

为得到薄的板 材或带材，毛坯必須经过軋 輥之間的 塑性变 形。冷轧不同于热轧之处，在于所軋金属不必預热。

热轧用的原材料（毛坯）是板坯或鋼錠，冷轧用的原材料是热轧鋼板——称为冷轧坯，在冷轧前坯料要经过一系列的处理工 序：酸洗、清洗、干燥等。

在結構上，冷轧机与热轧机相似。

按工作机座中同时参加工作的軋輥数量，冷轧机可分为：二 輥式軋机、三輥式軋机、四輥式軋机、六輥式軋机、七輥式軋 机、八輥式軋机、十二輥式軋机和二十輥式軋机。

軋制金属的軋輥（使金属 在其間产生塑性 变形）称为工作 輥。在冷轧机上还装有另一种軋輥，它們不直接参加压缩金属， 而是为減輕在軋制过程中工作輥的应力，此类軋輥称为支承輥。

在冷轧机座中，工作輥和支承輥最常見的布置簡图如图 1 所 示。有些結構的軋机（四輥式和六輥式）軋制时，支承輥輥身与 工作輥輥身接触。而另一些結構的軋机（七輥式、八輥式等等） 軋制时，仅仅是某些支承輥与工作輥接触，另一些支承輥則不和 它們接触，而是通过与工作輥接触的中間輥承受工作輥的負荷。

从示意图（图 1）中可以看出，除三輥軋机（图 1, 6）的三 个輥子都是工作輥以外，其他类型冷轧机都只有两个工作輥。从 四輥軋机（图 1, 6）起，每种軋机除两个工作輥外，还有几个支 承輥。在某些多輥軋机上，不仅有数个支承輥，而且有若干个中 間輥（图 1, 6~11）。

普通結構的冷轧机，軋輥的布置是对称的（对軋制綫而言）， 而复合式軋机軋輥在机架上下部份的布置是不对称的。

軋輥是冷軋机的工作零件，軋材质量和軋机生产率主要决定于軋輥状况。冷軋工作輥最普遍的形式如图2，中間圆柱形部分

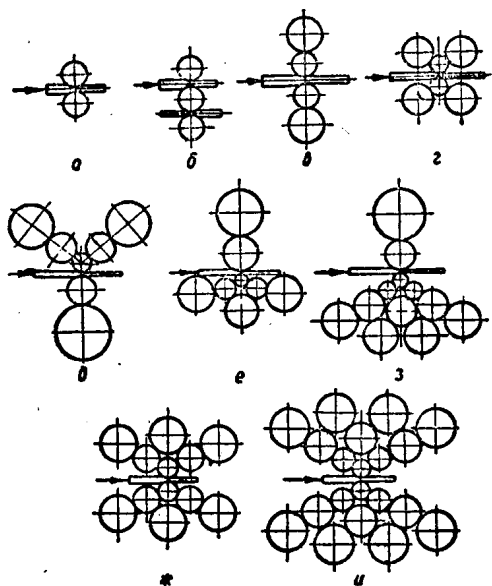


图1 冷軋机軋輥布置示意图：

a—二輥式；b—三輥式；c—四輥式；d—六輥式；
e—七輥（复合）式；f—八輥（复合）式；g—十一
二輥式；h—十二輥（复合）式；u—二十輥式

徑为 D 、长度为 L 的軋身1是它的工作部分。位于軋身两端直径为 d 、长度为 l 的軋頸2是軋輥支承部分。在工作輥軋頸的一端有一个直径 d_1 和长度 l_1 的四槽梅花头3，它通过联轴节和接軸把旋轉运动由齿輪机座传给軋輥。沿軋輥全长規定有直径为 d_2 的中心孔，以便引入冷水或热水。

軋輥两端各有一孔，供压入光滑塞堵或擰入螺紋塞堵用。此两孔的直径 d_3 和 d_4 稍大于中心孔直径。

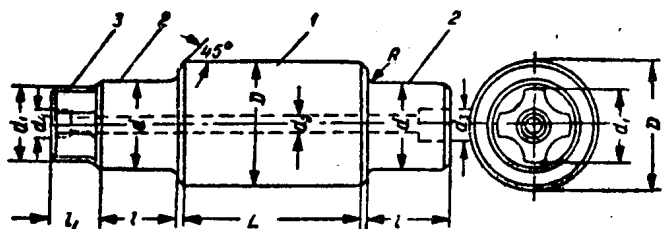


图2 冷軋工作輥

軋身直径和长度是确定軋輥輪廓尺寸的基本参数。軋輥直径的选择取决于有关計算資料，这些資料是考虑到軋輥的工作条件（軋入角，軋材的宽度）、軋輥的材料、最大压力、压下量和軋机本身的结构。

工作軋軋身直径与軋身长度之間具有一定关系。例如，在四軋式軋机上，軋身长度对其直径之比平均为1.5~5。在六軋式軋机上这个比例可达到6。冷轧工作軋按軋身直径尺寸可分为三組：

- 第1組——軋身直径200毫米以下的小型軋輥；
- 第2組——軋身直径200~400毫米的中型軋輥；
- 第3組——軋身直径400毫米以上的大型軋輥。

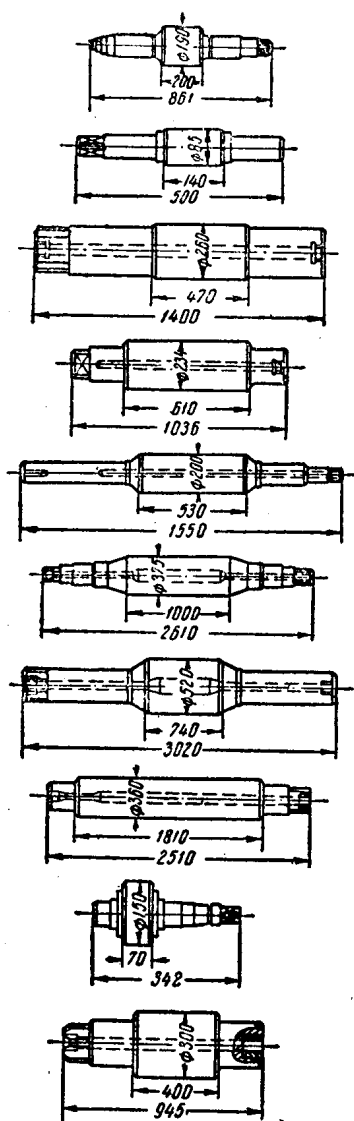


图3 鋼制整鍛冷轧工作軋的结构

按軋身长度，工作軋的尺寸異常繁多。如軋制窄带材时，采用軋身长度200~300毫米的軋輥，軋制宽带材时，采用长达800

毫米的，而軋制板材时，則采用 600~2000 毫米和更长的。

冷軋工作軋軋身形状为光滑的圓柱体。在軋制寬板时，有时采用成型軋身（表面凸起或凹入）。

由使用厂进行軋軋軋身的成型加工。

軋軋軋頸的直径比軋身直径小一些。配用滾柱軸承的軋軋，軋頸有时制成阶梯式的，而配用滑动軸承的軋軋，軋頸通常为光滑的，沒有台阶、槽等。为提高配用滑动軸承的軋軋軋頸的强度和降低軸承的单位压力，軋頸采用最大尺寸的直径，而軋頸向軋身的过渡处要做成圓角一称为倒圓。倒圓半径 $R = (0.05 \sim 0.12)D$ ，式中 D —軋身直径（毫米）。倒圓过渡到凸緣可防止軋身两端受到可能的损伤。軋身两端的倒角一般为 45° 。

图 3 所示为冷軋鋼和有色金属的板材及带材用的，最具有代表性的整鍛鋼制工作軋的结构，軋身直径 85~520 毫米，軋身長 70~1810 毫米。

冷軋工作軋是主传动軋。軋頸上有各种不同型式的梅花头(图 4)。小型軋軋一般采用方形的或二槽的梅花头(图 4, a, b) ,

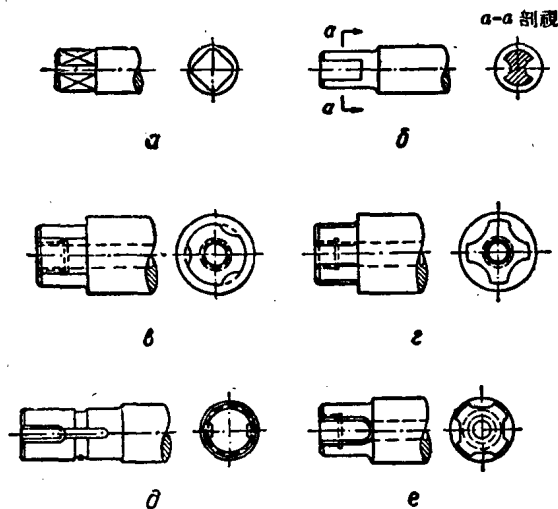


图 4 工作軋的梅花头

而中型和大型的軋輥則採用三槽的和四槽的梅花頭(圖4, *c, v*)。這些梅花頭往往也採用兩個或四個縱向鍵槽的形式(圖4, *d, e*)。梅花頭(見圖2)採用的直徑 d_1 ，通常小於與其相連接的主軋頸，以便使安在梅花頭上的聯軸節的端面頂到主軋頸的端面上。

應該指出，在生產條件下，工作軋和支承軋軋身的直徑不是固定不變的：隨著軋軋軋身的磨損，要從軋軋表面磨去厚0.01~0.1毫米的金屬淬火層，有時甚至還要多些。當軋軋硬度降低到不再適於工作時，或將軋軋注銷，或將其重車成另外的尺寸，繼而再進行熱處理，以達到適當的硬度。

軋身直徑大於180毫米的工作軋，照例要作中心孔。大型軋軋的中心孔，在軋身部分過渡到所謂腹孔，它的搪孔直徑遠大於端孔直徑。

四軋以上的多軋式冷軋機，除工作軋外還有支承軋。支承軋與工作軋的區別在於其軋身與軋頸的直徑比工作軋大得多，並且不帶梅花頭。在同一工作機座上，通常支承軋的軋身直徑比工作軋大。例如，在各種不同結構的四軋式軋機上，支承軋的軋身直徑與工作軋的軋身直徑之比為2~3。最新結構的四軋式軋機，具有較小直徑的工作軋，這種比例可達到6。

某些現代化串列式五機座四軋高速軋機，當工作軋直徑為530毫米時，它的支承軋直徑為1350毫米。

圖5所示為最具有代表性的鋼制整鍛支承軋，軋身直徑220~800毫米。支承軋軋身同工作軋一樣，有光滑的圓柱形表面。

支承軋軋頸可製成圓柱形的，圓錐形的或複合式的，這決定於軋機結構和軸承型式：滾柱的、滑動的或滾動的。

支承軋和工作軋一樣，也有中心孔，中心孔的尺寸決定於軋身直徑的大小，在大型支承軋上搪出的腹孔幾乎和軋身同長並且比端部進口孔直徑大得多。

冷軋支承軋，根據尺寸的不同，或為整鍛的或為組合式的（軋套裝在軋芯上）。軋制窄帶材，一般寬度的帶材或板材的冷軋機的支承軋為整鍛的。寬板冷軋機的支承軋採用組合式的，見

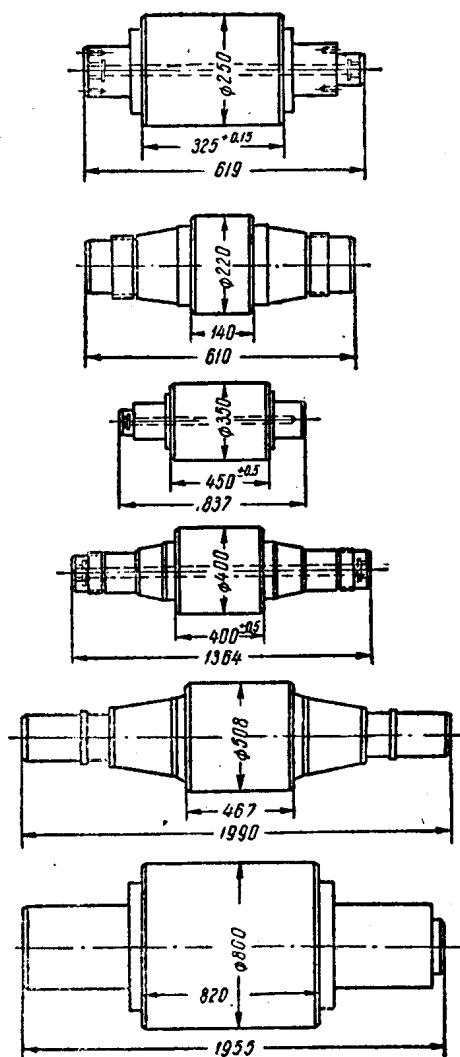


图 5 鋼制整鍛支承輥的结构

图6所示。这种辊的辊芯1通常用结构钢制造，不需要处理成高硬度。辊套2通常用高铬合金钢制造，并且需要淬火。

采用组合式支承辊时，辊身磨损后，可以只换辊套。组合式支承辊由于外形尺寸大，重量也很大（10~15吨或更重），因而给机械加工造成一定的困难。这样大的轧辊很难用一般

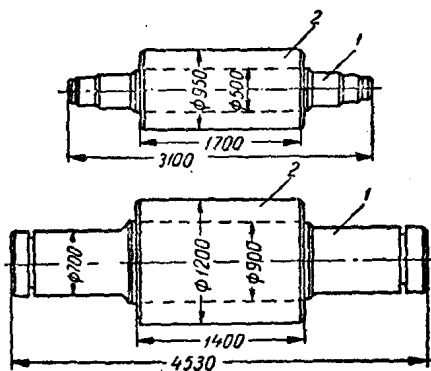


图6 钢制组合式支承辊的结构

顶尖支持进行磨光。所以，在大型支承辊的两端辊颈上留出轴头，以便于用中心架进行磨光。

2. 中心孔及腹孔的用途和规格

冷轧工作辊和支承辊的辊身直径超过200毫米时，通常都带有透过轧辊全长的中心孔。

在生产中，这些孔的用途是在轧制前用其进行轧辊的预热，或在工作过程中进行冷却（通过热水或冷水）。

当工作辊进行整体淬火时，使冷水通过此孔，以提高淬火效果。

此外，钻中心孔可除去轧辊的中心部分，因为在大多数情况下，这部分都具有疏松、气孔及其他缺陷，这些缺陷是淬火时产生应力集中的因素。

生产中使用的冷轧机是各式各样的，所以轧辊及其中心孔的类型尺寸很难统一规格。

往往轧辊的辊身直径相同，而中心孔各异。

冷轧轧辊制造厂力图使中心孔的类型尺寸统一，以缩减钻孔时所用的工夹具数量。

当冷轧轧辊中心孔的孔径约为辊身直径的三分之一时；轧辊强度不会显著降低，同时对淬火效果却有所改善[20]。

在烏拉尔重型机器厂(УЗТМ)經驗的基础上，П.В.斯科留也夫(Скляев)和В.Г.郭良齐克(Горячко)推荐：根据冷轧轧辊辊身直径和硬度来选择中心孔的最小直径（见表1）。

表 1 推荐的冷轧轧辊中心孔直径

轧 辊 身 直 径 毫 米	轧辊（处于淬火和回火状态具有不同肖氏硬度时） 中心孔的最小直径 毫 米		
	85	70~85	60~70
200 以下	35	30	30
201~250	45	45	45
251~300	55	55	55
301~350	70	70	70
351~400	80	80	70
401~450	100	90	80
451~500	120	100	90
501~525	150	120	100
526~550	180	150	110
551~600	200	165	120
601~730	220	180	130

生产工作辊和支承辊的烏拉尔重型机器厂和依若尔斯克工厂，采用了下列的中心孔尺寸等级：小型和中型辊中心孔的直径应为30, 35, 40毫米等（为5的倍数）；大型辊中心孔的直径应大于40毫米（为10的倍数）。

电鋼城重型机器厂(ЭЗТМ)制造辊身直径180~500毫米的工作辊和支承辊，根据辊身和辊颈尺寸，将中心孔钻成直径32、40、50、60、70和80毫米的孔。

当轧辊辊颈直径小，不能全部按照应有孔径（辊身直径的三分之一）钻中心孔时，采用局部搪孔法，几乎在辊身全长上搪削腹孔。此类腹孔常见于大型工作辊和支承辊上。

搪腹孔所需要的专用工夹具在制造上較钻中心孔用的工夹具难得多，复杂得多。所以軋輥制造厂尽量使腹孔規格統一，将其尺寸，种类減少到最低限度。

如烏拉尔重型机器厂，只对輥身直径大于 500 毫米的軋輥搪腹孔，孔径为 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 210, 220, 230 和 250 毫米，其頸端进口孔径为 95, 115, 140 和 170 毫米。在新克拉馬托爾斯克机器制造厂 (HKM3)，根据軋輥尺寸，将軋輥腹孔搪成直径 300 或 190 毫米，而頸端进口孔径相应地搪成 200 或 120 毫米。

第二章 对冷轧轧辊的要求

冷轧机轧辊工作条件十分繁重，要承受很大的动负荷和静负荷，所以应具有很高的强度、韧性和耐磨性。工作辊辊身表面硬度应为肖氏硬度90~102，即超过淬火高速钢的硬度。

度。没有内部和外部缺陷：白点、裂纹和开金属夹杂物。

9X型高铬钢，根据轧辊用途和尺寸，再加入一些合金元素，基本上符合上述性能。

生产冷轧辊用钢的牌号如下：

工作辊辊身直径，（毫米）：

400以下.....9X, 9X2, 9XΦ和9X2CΦ

400以上.....9X2, 9X2MΦ, 9X2B和9X2CΦ

组合式支承辊：

辊套.....9X, 9X2, 9XΦ和9X2B

辊芯.....50XΓ, 55X和70

这种辊在重负荷时.....45XHB

制造辊身直径超过1000毫米的整锻支承辊时，允许采用80XH3B号钢。

用于生产工作辊、支承辊以及组合式支承辊的辊套，辊芯用钢的化学成份列于表2。

用9X号钢制造辊身直径300毫米以上的轧辊时，其含铬量可以由1.70%提高到1.90%。

表 2 生产冷轧无取向硅钢的化学成分 (ГОСТ3541-57)

钢 号	含 量, %									
	C	Mn	Si	S 不超过	P 不超过	Cr	Mo	V	Ni	W
9X	0.80~0.95	0.20~0.35	0.25~0.45	0.030	0.030	1.40~1.70	—	—	<0.25	—
9X2	0.85~0.95	0.20~0.35	0.25~0.45	0.030	0.030	1.70~2.10	—	—	<0.30	—
9XΦ	0.85~0.95	0.20~0.45	0.20~0.40	0.030	0.030	1.40~1.70	—	0.10~0.25	<0.30	—
9X2MΦ	0.85~0.95	0.20~0.35	0.25~0.45	0.030	0.030	1.70~2.10	0.20~0.30	0.10~0.20	<0.30	—
9X2B	0.85~0.95	0.20~0.35	0.25~0.45	0.030	0.030	1.70~2.10	—	—	<0.30	0.30~0.60
9X2CΦ	0.85~0.95	0.20~0.35	1.30~1.60	0.030	0.030	1.70~2.10	—	0.10~0.20	<0.30	—
80XH3B	0.75~0.85	0.50~0.80	0.17~0.37	0.035	0.035	1.40~2.10	—	—	2.70~3.20	0.50~0.70
45XHB	0.40~0.50	0.50~0.80	0.17~0.37	0.040	0.040	1.30~1.70	—	—	1.20~1.60	0.50~0.80
55X	0.50~0.60	0.35~0.65	0.17~0.37	0.040	0.040	1.00~1.30	—	—	<0.30	—
50XГ	0.46~0.54	0.70~1.00	0.17~0.37	0.040	0.040	0.90~1.20	—	—	<0.40	—
70	0.65~0.75	0.50~0.80	0.17~0.37	0.040	0.045	0.30	—	—	<0.30	—

注: 1. 硅、铝和铜含量的偏差允许 $\pm 0.02\%$, 铬和镍—— $\pm 0.03\%$ 。2. 生产支承辊用的钢材允许含碳量由 $0.85\sim 0.95\%$ 降低到 $0.80\sim 0.90\%$ 。

于表面缺陷的有：裂紋、髮裂、重皮、气孔、折痕、非金属夹杂、凹陷、深的刀痕等。中心孔和腹孔的表面同样也不应有銳边和上述缺陷。

根据ГОСТ 2789-59規定，軋輥輥身和輥頸加工表面光洁度不应低于7級，而中心孔和腹孔的表面光洁度不应低于4級。

生产冷軋輥选用的鋼材应有良好的淬透性，高韌性和高强度。沒有內部和外部缺陷：白点、裂紋和非金属夹杂等。

9X型高鉻鋼，根据軋輥用途和尺寸，再加入一些合金元素，基本上符合上述性能。

生产冷軋輥用鋼的牌号如下：

工作輥輥身直径，（毫米）：

400以下.....9X, 9X2, 9XΦ和9X2CΦ

400以上.....9X2, 9X2MΦ, 9X2B和9X2CΦ

組合式支承輥：

輥套.....9X, 9X2, 9XΦ和9X2B

輥芯.....50XΓ, 55X和70

这种輥在重負荷时.....45XHB

制造輥身直径超过1000毫米的整鍛支承輥时，允許采用80XH3B号鋼。

用于生产工作輥、支承輥以及組合式支承輥的輥套，輥芯用鋼的化学成份列于表2。

用9X号鋼制造輥身直径300毫米以上的軋輥时，其含鉻量可以由1.70%提高到1.90%。