

209986

先进經驗專集



# 热 軋 齿 輪

第一机械工業部新技术宣傳推廣所編



机械工業出版社

先进經驗專集

# 热 軋 齿 輪

第一机械工业部新技术宣傳推广所編

1958



机械工业出版社

## 出版者的話

本書汇集了八月七日在天津召开的热軋齿輪現場經驗交流促进会上的資料和会前收集的一部分国外資料,共12篇。内容包括:天津拖拉机厂、天津第一机床厂、太原矿山机械厂、上海机床厂等厂有关热軋齿輪的經驗介紹,以及天津大学有关“改装現有机床过程和軋齿工艺在各国的情況”的报告。此外,还登有7篇热軋齿輪的科学研究資料。这些資料对当前大力推广热軋齿輪有着很重要的价值。

本書可供从事热軋齿輪研究和制造工作的研究人員、技術人員和工人作为研究、推广和学习資料。

No. 2194

---

1958年12月第一版

1958年12月第一版第一次印刷

850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 字数: 227千字 印張 8<sup>14</sup>/<sub>16</sub> 印数 0,001—6,700册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

---

北京市書刊出版业营业許可証出字第 008 号

定价 (11) 1.80 元

## 目 次

总结报告	一部技术司司长 刘 奂 (5)
热轧齿輪試驗研究工作介紹	天津第一机床厂 (10)
热轧齿輪試驗情况介紹	天津拖拉机厂 (22)
热轧齿輪小結	太原矿山机械厂 (31)
改装現有机床过程和軋齿工艺在各国的情況	天津大学 (40)
热轧齿輪的經驗	上海机床厂 (52)
热轧齿輪科学研究資料	天津大学机械系 (54)
一、热轧齿輪法(54) 二、热轧齿輪研究(118) 三、用滾压法制 造小模数的齿輪(156) 四、热轧圓柱齿輪(166) 五、热轧圓錐齿 輪(175) 六、用感应加热法軋制齿輪(186) 七、成形軋制(193)	
热轧齿輪	朱景梓 (207)



# 总 結 报 告

一部技术司司长 刘 奥

这次会议，自始至终开得都很好！

从黎明厂轧出齿輪后，許多厂都跟着动起来轧出了齿輪。过去新工艺推广困难，现在則是異常的开展，这說明大家都在鼓足干劲地向上游跃进着。

这次会议得也是与既往不同。同志們貼出了許多大字报，积极地表示出自己的态度：西安地区表示10天要轧出齿輪来，有些厂則敢于設想要把轧制精度在短时期內提高到二級，有的提出学黎明，赶黎明，超黎明的口号。太原区提出了十比，这些精神都是很好的。

会议充分表现了大家献計謀，以虛代实，政治挂帅的精神。也說明了同志們对新技术的重視。象北京农业机器厂三个人来开会，了解到一些情况之后就先回去一人，边开会边干，这說明大家在跃进形势下对新技术也有了不同的看法。

下面我分开几个問題来談：

## 一、对热轧齿輪的估价

热轧齿輪可大大地提高生产率，較切削加工提高几十倍。从天津拖拉机厂的試驗結果来看，在机动時間上，热轧齿輪仅需20秒，而切削加工則要4分半鐘，仅在不够熟練的开始就提高了将近14倍。

由于纖維未被切断，轧制齿輪的質量比切削加工的也有所提高。

在节约材料上轧制齿輪沒有切屑，减少了輪坯金屬消耗量。

明年国内仅机床就需要几十万台，假如把齿輪加工机床所占比例以3.6%計算則所需将近14400台。今天热轧齿輪虽然在高

精度、大模数这方面还不能满足要求，需进一步試驗研究。但仍可代替大部分的齒輪切削加工工艺，假如从 14400 万台中除去 4400 台这种暫不能被代替的齒輪加工机床，提高效率以 20 倍計，那么 10,000 台齒輪加工机床只需 500 台軋齒机就足够了。当然这不是說推广了热軋齒輪工艺便可减少明年切削机床的产量。我們技术工作者除了要完成当前的生产任务之外，也必需經常地采取措施把先进工艺方法贯彻到生产中去，来完成同样的任务。

綜上所述，可看出热軋齒輪不管是在生产率、产品質量和节约金屬等方面都符合多、快、好、省的原则，这就是我們所以要推广这种工艺方法的道理。

軋制方法的发展前途是非常广闊的，除齒輪的热軋外，还可进行冷軋齒、異形断面的軋制等。今后我們在多样化这方面要多做些工作。

从科学技术的发展上来講，热軋齒輪縮短了从原材料到成品（齒輪）的生产过程，因此他也是有其发展前途的，所以我們說它是技术革命中的革命措施之一。

## 二、短時間內掌握了热軋齒輪新工艺的教育意义

1. 首先，这个事实說明了掌握新技术、新东西最關鍵問題是解放思想、破除迷信。实际上要推动技术发展就必须敢想、敢干，举一个較近的例子，农业跃进后对于化肥生产设备要求很紧迫，而其中高压反应筒零件的制造方法旧有的都非常緩慢，有人提出用鑄鋼制出，而有些思想保守的却提出在中外資料中从无这种記載的理由来反对，結果鑄出的却很好。

今天我們人类的技术水平并不是已登峰造极，从認識論上来講也絕不可能一下就把真理認識到底。摆在我們面前的是广闊的道路，英雄滿有用武之地。

热軋齒輪在过去几年一直被大家認為是件很玄妙的东西，碰都不敢碰。其实又如何呢？黎明厂 12 天就軋了出来，天津拖拉机厂只花費了 5 天的時間。

2. 打破了唯条件論的想法，这次制造热軋齿机的厂都是一无資料，二无經驗，三无設備，四无专家，但是我們搞出来了。有的是从新設計制造軋机，也有的进行了設備的改装。沈阳第三机床厂用廢料拼湊也軋出了齿輪。由此看出，今后我們在掌握其他新工艺时也完全可以自己創造条件。

3. 技术一經群众掌握便可产生无穷力量，过去迷信只有少数人才是专家，才能掌握，而今天的事实却正說明了广大群众是完全有可能掌握新技术，解决新技术中的任何問題。受过高等教育的，搞技术工作的同志們都必須要做为群众当中的一員，而不是站在群众之上去指导群众。也說明真正的专家是我們大家，是广大群众。

4. 研究工作应走它自己的新的道路，不能停留在过去的研究員、学位等制度上。在这个問題上有些研究单位的同志們不見得認識得很清楚，很确切。

曾經有一个高等学校的两同志对研究課題有了分歧的意見，主管課題人認為研究工作是只管自己一摊，生产上能否应用他不負責，这是脫离生产，不解决实际問題的。

一位研究所所长覺得研究工作是做好大家乐，失败后却沒法交待，因而对一些資料不愿公开，而是暗地在研究，我們說，只要杂志上发表出这种新东西存在的消息，就会有許多积极分子干起来，大家干总比一个人干强，最好还是同大家結合起来，同生产結合起来。

归結起来，研究工作的关键問題就在于如何处理理論与实践、个人与集体的关系。

理論必須从实践中来才能够指导实践，我們的研究工作路綫应当是理論——实践——理論的道路。

研究机关的好条件是情报灵通，知識份子多，外文好，看書快。怎样利用好条件？怎样从窘境中解放出来？把資料公开，与大家一起干，及时地做些分析、总結和推广工作。要先要求教



量，后要求質量，不怕重复。今天是群众办科学，要发动大家研究，但是也并不是取消研究机关。

以上是几点体会，也是技术工作的总的問題。

### 三、热軋齿輪到現在为止所存在問題和解决办法

1. 設備問題：专用設備的型式，ИКСММ-22 在苏联已落后还干不干？是否都干 ИКСММ-61 型？

各种設備都有其实际意义，不必只啃 61 型。先进、落后与時間、条件、地点有关。61 型适合齿輪批量大的工厂，其它类型也有其实用性。不用怕没人要，大、中、小都有其适合地方。

改装設備是否合算？有人說机床要一万多元，作专用机床几千元，是的，帳应从两面算，节省齿輪加工机床的帳也要算，不能只从一面算。但目前在没有更好办法时还必须要用。能够快、多，这就是优点，有什么条件就作什么。有条件改装就进行改装好了。

更简单办法会上討論不多，也許与到会代表的各厂型有关，以后应注意这一問題，把技术工作面向全国。

設備中还存在許多技术性問題，如軋軋精度、进給、减少輔助時間等也需研究。

2. 加热方法，已有五种：真空管高频，机式高频，接触，火焰，盐浴，現在又提出 7~8 种沼气、煤气、摩擦、电解液等方法很多，这很好，要多找出路。今天先不要做哪个好哪个坏的結論，回去可做些实验多找資料来証实。

3. 进一步提高問題：怎样提高精度，大家也提出了許多办法，如电磨光，冷軋，强力剃齿等等問題是大家提出，仍交大家去解决，每人都有这种权利和义务，办法无非是土洋并举，大家动手去研究。

以后热軋齿輪的发展还是从两方面着手，一个向“面”，一个向“深”。也要两层樓的办法。其他还有提出用保护气体等都可多試試。

4. 推广問題：会上自然形成了地区組織，上午发言中也表

示了地区今后怎样搞，这不是中央研究机关推广机关沒責任了，而是更要負責起来，把資料（国内、外）及时寄給各单位。机械制造与工艺研究院应全面負責抓起来。将来有更多发展时，也可再举行經交会，可以全国，可以地方。

希望經这次会后在短时期內能掌握这种新工艺，在更多地方开出更多花結出更多果出来。

（編者按：本文是根据刘司长报告摘要記錄整理出来的。因時間仓促，未經本人审閱，如有錯誤由整理人負責。）

# 热軋齿輪試驗研究工作介紹

天津第一机床厂

## 引 言

利用热軋法制造齿輪，这项試驗研究工作在最近一个月来已有四个工厂先后試驗成功，其中有三个工厂的軋齿机是利用車床改装的；就其采用的加热設備看都是采用高頻加热，两个单位用机式高頻电爐，两个单位用灯式高頻电爐；在这个基础上要想推广普及到全国各工厂必然受到加热設備的限制，因此若使热軋法制造齿輪在全国普及首先必須解决加热設備；为了解决加热設備問題我們又进行了用火焰加热軋制錐齿輪的簡單試驗。热軋齿輪試驗工作我們作的很少，是处在剛剛开始阶段，因而談不到經驗介紹，仅把过去的工作和今后工作的意見向大家汇报，其中一定会有很多不深入的地方和一些錯誤，希到会同志給以指正。我們准备分为三个方面向大家汇报。

## 一、軋齿机的試制

我們在試制軸向进給軋齿机的过程中前一段进行的太慢了，大部分工作是在最近两个月內完成的，最近几天我們进行了利用火焰加热軋制圓錐齿輪的簡單試驗就进行的較快，由决定到試軋只不过是一天半的时间，6月份試軋机床搞的較快的主要原因是由于全国生产大跃进形势逼人，依靠领导和工人，自己参加劳动也是一个有利因素。

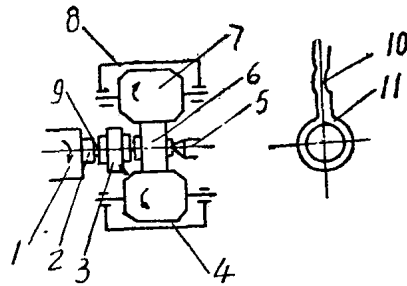
将机床結構和傳动簡述如下：

1. 軸向进給軋齿机：机床是利用C-630型車床改装的，簡單的傳动系統如图1所示，选择C-630型車床的依据是：

(1) 机床的刚性和传动动力较大, 功率为10千瓦。

(2) 转数和进给调节范围较大能满足轧齿所需要的试轧速度和进给速度。

(3) 机床允许进给压力达到1580公斤。



· 图 1

此机床可轧模数1~4

公厘, 节径为50~150公厘的圆柱形齿轮(直齿、斜齿); 也可轧制花键轴(渐开线形、矩形和三角形)。

机床的主要运动如下:

(1) 毛坯的旋转运动——由机床电动机经皮带轮带动主轴旋转, 经毛坯夹持心轴和十字键带动毛坯旋转, 其转数可在14~750<sup>转</sup>/分内进行调节。

(2) 轧辊的旋转运动——是由毛坯通过十字键和引导齿轮带动两个轧辊旋转。

(3) 轧辊的进给运动——由机床主轴经进刀箱拖板箱而带动轧辊架做轴向进给。其进给范围可在毛坯每转0.38~2.65公厘内进行调节, 如进给量再大时可用丝杠带动。

加热装置: 采用GV-201真空管式高周波加热装置, 其功率为85千瓦, 频率为450千周, 加热用感应器是圆环形的, 用胶板固定在轧辊架体上, 在中間部分用软铜线焊接, 铜线外面套有通冷却水用的胶皮管, 感应器的上面部分与淬火变压器的接线端压紧。此感应器在轧制过程中可随轧辊一起运动, 因功率输送不出, 故不能在进给过程中继续加热。感应器与毛坯间的间隙为3公厘。

此机床在试验过程中发现以下一些缺点:

(1) 轧辊更换时拆装困难, 为避免此缺点轧辊轴架可做成分开式的, 这样可减少更换轧辊时的麻烦。

(2) 活动轧辊支架调整不便可采用螺纹代替楔板。

(3) 前后軋輥支架不必做成鉗口式的，这样無論架体的加工和安装都不方便，可做成前后分开而能独立进行調整的，这样可减少上面的缺点。

(4) 夹持齿坯芯軸和引导齿輪的定心不必要用十字鍵，这样毛坯和引导齿輪的安装很麻煩，并且齿輪的定心也不精确，根据我們試驗情况，采用內孔和鍵在心軸上定位一端用螺帽压紧，并没有发现其他缺点。

(5) 軋輥的潤滑我們是用人工进行，最好是采用强制自动潤滑。

(6) 軋輥是用一般的滾刀制造的，因滾刀的齿頂为 $1.25M$ 而齿根为 $1M$ ，这种滾刀加工出来的軋輥就与我們所需要的軋輥恰恰相反，其齿頂高为 $1M$ ，而齿根高为 $1.25M$ ，用这种軋輥軋出来的齿輪齿根上的間隙沒有了，用这种軋輥軋出来的齿輪在运轉过程中可能要齿根与齿頂抵住，为此必須采用特制的滾刀加工軋輥，才能軋出正常的齿輪。

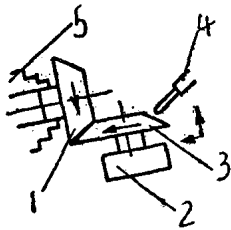


图 2

(7) 机床的冷却系統沒有考虑，軋齿过程中机床主軸和毛坯芯軸都有温升，因此必須考虑机床的冷却系統。

2. 圓錐齿輪的試軋机床：此机床是利用C615車床改装的，其傳动系統如图2所示。

机床的主要运动如下：

(1) 軋輥的旋轉运动：由机床主軸經三爪卡盘而帶到軋輥旋轉。

(2) 毛坯的旋轉运动：毛坯是由軋輥借摩擦力帶动旋轉，其傳动方式为自由傳动，不是强制傳动。

(3) 毛坯的进給运动是用人工操縱橫进刀絲杠和大拖板两个运动的結合而实现的。

加热装置是采用乙炔氧气发生器用一个噴咀加热。

此机床在試軋过程中发现有以下缺点:

(1) 毛坯不应自由傳动, 应采用强制傳动, 这样齒輪的分度才能精确。

(2) 毛坯最好固定在机床主軸上采用心軸定位, 这样毛坯尺寸改变时可更換心軸, 并且由于毛坯是固定不动的(不作进給运动), 因此可将火焰噴咀固定, 可以用两个軋軋軋制。

这样可提高軋齿的生产率, 由于軋制力互相抵消可减少夹持毛坯芯軸的变形。

(3) 軋軋軸和毛坯芯軸应給以适当的冷却, 特别是在用火焰加热的情况下因加热時間长, 毛坯和軋軋軸温升相当高, 为此必須装置冷却系統。

(4) 軋軋进給和毛坯进給我們是采用手动, 这样一方面进給方向难加控制, 另一方面增加了工人的劳动强度, 因此进給需要改用机械操縱。

(5) 因为采用一个噴咀火力弱, 故加热時間較长, 金屬氧化較剧, 为此需要加噴咀增加火力縮短加热時間, 以避免整个毛坯燒透。

(6) 軋軋設計可考虑增加挡板, 防止金屬挤出。

## 二、軋制工艺

### 1. 圓柱齒輪的軋制工艺:

我們曾对模数为 2 公厘, 齿数为 48 的齒輪用三种不同形式的毛坯进行了試驗, 如图 3、4 和 5 所示:

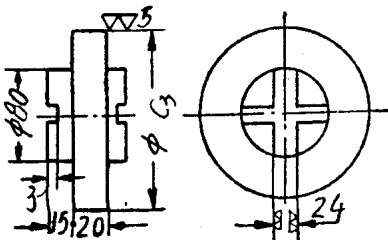


图 3

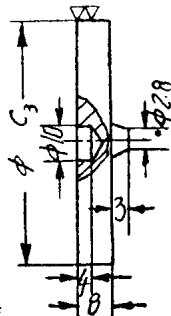


图 4

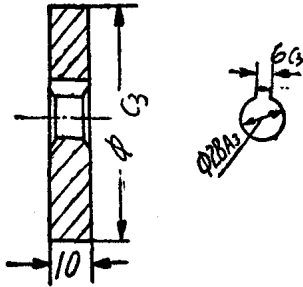


图 5

(1) 軋制齒輪的材料為CT.45。

(2) 毛坯直徑：採用  $d_g = D_{\text{HAY}} + 0.4M$ ,  $d_g = D_{\text{HAY}} + 0.5M$ ,  $d_g = D_{\text{HAY}} + 0.7M$  三種不同直徑的毛坯，式中  $d_g$ ——毛坯直徑， $D_{\text{HAY}}$ ——齒輪節圓直徑， $M$ ——齒輪的模數。

(3) 引導齒輪（即分度齒輪）與被軋制的齒輪完全相同，我們曾採用兩種不同形式的引導齒輪如圖 6 和

7 所示，圖 7 所示的引導齒輪用於軋制圖 3 和圖 4 所示的毛坯，圖 6 所示的引導齒輪用以軋制圖 5 所示的毛坯。

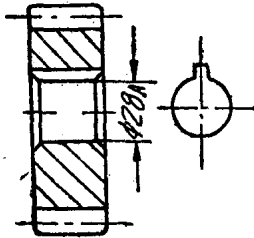


图 6

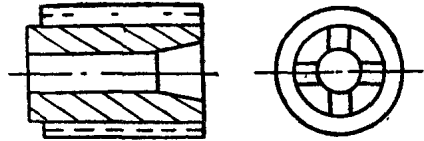


图 7

引導齒輪的材料一種為 20 鎳鋼滲碳淬火，一種為 45 號鋼淬火，其精度為 I 級。

(4) 軋軋（軋制工具）：根據軋軋的幾何參數的不同，我們作了三種不同的軋軋主要部位尺寸如圖 8、9 和 10 所示。

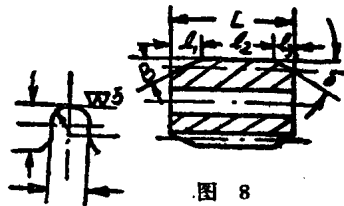


图 8

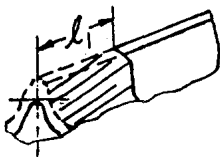


图 9

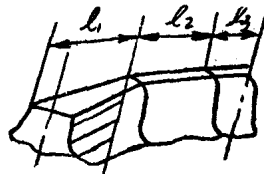


图 10

第一种軋輥材料为 20X,  $\beta = 3^\circ$ ,  $l_1 = 35$ ,  $l_2 = 60$ ,  $l_3 = 30$ ,  $\delta = 3^\circ$ ; 第二种軋輥材料为 Y 8 A,  $\beta = 6^\circ$ ,  $l_1 = 40$ ,  $l_2 = 60$ ,  $l_3 = 25$ ,  $\delta = 3^\circ$ 。第三种軋輥材料为 20X,  $\beta = 11^\circ$ ,  $l_1 = 45$ ,  $l_2 = 60$ ,  $l_3 = 30$ ,  $\delta = 3^\circ$ 。其目的是研究軋輥的几何参数对軋制力的影响。目前我們的試驗是采用的第二种軋輥, 其他两种未进行試驗。

軋輥的設計我們基于下面三点原則进行的:

1) 軋輥的直徑应大于軋制齿輪的直徑, 也就是軋輥的齿数应多于軋制齿輪的齿数, 其理由是使軋輥在軋制过程中冷却的时间較长。

2) 軋輥的齿数应和軋制齿輪的齿数互为素数, 这样軋輥的制造誤差不会周期的影响到齿輪上。

3) 軋輥的嚙合系数应该尽可能大, 这样才能保証在軋輥工作过程中經常有一对以上的齿工作着, 可使每齿的負荷減輕。我們所使用的軋輥嚙合系数在 1.3 以上。齿数为 87, 节徑为 174 公厘, 軋輥的精度在 1 ~ 2 級之間。

#### (5) 軋制規範:

1) 加热温度: 我們采用在  $850 \sim 950^\circ\text{C}$  温度範圍內, 軋制时温度降低約  $100^\circ\text{C}$ 。

2) 加热時間: 平均約需一分半鐘最快的一次仅 40 秒。

3) 毛坯的旋轉速度: 我們在  $0.3 \sim 0.5$  公尺/秒內进行了試驗。

4) 軋輥的进給速度: 我們采用的为  $3 \sim 6$  公厘/秒, 苏联采用的速度为  $2 \sim 10$  公厘/秒。

5) 軋輥的潤滑: 采用石墨和錠子油的胶状混合物。

#### (6) 軋制机床的調整:

1) 按預定的軋制速度調整机床主軸的轉數。

2) 根据預定的进刀速度調整进給箱的进給速度。

3) 調整軋輥的中心距: 按直徑等于軋制齿輪根圓尺寸的心軸調整軋輥。



## (7) 軋制齒輪質量的檢查:

1) 齒輪精度方面的檢查: 用孔定位的毛坯軋齒后精度檢查如下表所示:

檢 查 項 目	三級精度要求	二級精度要求	檢 查 數 據
外 徑	100 <sup>+0.23</sup>	100 <sup>+0.23</sup>	99
底 徑	91	91	91
內 孔	28A	28A	28A
節 徑 振 擺	0.08	0.045	0.05
公 法 綫 變 量	0.08	0.045	0.04

2) 表面質量的檢查: (略)

## (8) 影响軋齒質量的因素和进一步提高軋齒精度的方法:

## 1) 影响軋齒質量的因素:

1. 机床的剛度: 机床剛性大在軋制过程中就不易变形。

2. 机床傳动部分的精度: 机床傳动精度愈高, 則反映到軋制齒輪上的誤差愈小。

3. 軋軋的精度: 軋軋的精度直接影响軋制齒輪的精度, 根据苏联的資料Ⅱ級精度的軋軋可軋出Ⅲ級精度的齒輪。

4. 毛坯的精度: 毛坯定心表面精度愈高, 則軋出的齒輪節圓振擺愈小。

5. 合理的選擇軋制規範: 根据苏联資料介紹最适宜的軋制速度在0.2~0.7公尺/秒範圍之內, 進給量为2~10公厘/秒。最适当的加热温度为1000~1100°C, 除此之外对軋軋和毛坯心軸采用适当的冷却也是必要的。

6. 机床的調整精确。

## 2) 进一步提高軋齒精度的方法:

1. 在热軋的基础上, 再进行一次冷軋, 在苏联哈尔可夫拖拉机厂就是采用此法, 經冷軋后齒輪的精度已达到Ⅱ級。

2. 采用目前美国伊諾工厂所采用的強力剃齒法作为热軋齒的进一步精加工, 因此种加工方法不同于一般的剃齒, 一般的剃