

四重可逆式冷軋机的 电力拖动及自动控制

冶金工业部沈阳鋁鎂設計研究院

动力設計研究室 編

內部資料・注意保密

冶金工业出版社

四重可逆式冷軋机的 电力拖动及自动控制

冶金工业部沈阳鋁鎂設計研究院

动力設計研究室 編

內部資料·注意保密

讀者注意

本书系內部資料，只供有關部門、人員工作參考，所有材料、數據，未經冶金工业部同意，不得在公开書籍、文章上引用，亦不得翻印。

冶金工业出版社

四重可逆式冷轧机的电力拖动及自动控制

冶金工业部沈阳铝镁设计研究院动力设计研究室 编

1960年3月第一版 1960年3月北京第一次印刷 3,025 册

开本850×1168 • 1/32 • 字数130,000 • 印张 $5\frac{10}{32}$ • 插页4 • 定价 0.86 元

统一书号 15062 • 2173

冶金工业出版社印刷厂印

内部发行

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

目 录

序言	6
第一章 冷轧生产及机械設備	7
§ 1 冷轧的目的	7
§ 2 冷轧机机械設備	8
§ 3 冷轧生产过程	14
§ 4 冷轧生产对电气的要求	15
第二章 軋制理論	17
§ 1 压下量与伸长	17
§ 2 金屬的前滑 (无张力)	18
§ 3 金屬的咬入弧	19
§ 4 金屬咬入条件	20
§ 5 金屬变形区和临界截面	21
§ 6 张力对临界角的影响	23
§ 7 无张力軋制时金屬的前滑	24
§ 8 帶有张力軋制时金屬的前滑	26
§ 9 单位压力微分方程式	28
§ 10 接触弧上单位压力分布	30
第三章 軋制过程中軋輥所受之力	35
§ 1 軋制过程中金屬与軋輥的接触面积	36
§ 2 无张力軋制中軋件对軋輥之压力	40
§ 3 有张力軋制时軋件对軋輥的平均压力	43
§ 4 简单軋制过程中作用力之方向	50
§ 5 张力卷筒产生的张力对軋制力矩的影响	51
第四章 軋机功率及参数选择	54
§ 1 四重可逆式冷轧机轉矩	54
§ 2 軋制轉矩	54

§ 3	摩擦轉矩.....	55
§ 4	慣性轉矩.....	59
§ 5	按功率消耗決定軋制轉矩.....	60
§ 6	用諾模圖表計算軋制轉矩.....	63
§ 7	電動機容量的選擇.....	66
§ 8	卷卷機電動機功率.....	68
第五章	帶張力卷筒冷軋機的電壓升高.....	70
§ 1	冷軋機對電氣設備的要求.....	70
§ 2	軋機升速減速過程中對張力的要求.....	71
§ 3	伸長對張力的影響.....	72
§ 4	軋機升壓時，保持板片張力不變的卷卷機力矩條件.....	75
§ 5	軋機升速時保持板片張力不變的卷揚機升壓條件.....	77
§ 6	前張力不變、加上後張力之後的電動機電壓.....	79
§ 7	開卷機的升速和減速.....	80
§ 8	升壓系統組成原理.....	82
第六章	帶有張力卷筒可逆式冷軋機的張力調節器原理.....	88
§ 1	調節張力方法.....	88
§ 2	電流張力調節器原理.....	89
§ 3	保持發電機電壓不變時張力調節器的誤差.....	92
§ 4	軋機由靜止升速到穩定速度時忽略卷筒直徑變化的張力調節器誤差.....	96
§ 5	考慮靜止張力調節及靜補償時的穩定運轉調節誤差.....	100
§ 6	軋機加速時卷卷機的動補償.....	104
§ 7	不同加速度工作制的動補償.....	103
§ 8	軋制時前滑對動補償的影響.....	109
§ 9	應用動電容作張力調節器的動補償.....	109

第七章	冷轧机电氣控制動作原理	115
§ 1	四重可逆式冷轧机对控制系統的要求	115
§ 2	軋制方向的选择	116
§ 3	軋机的冲动	117
§ 4	軋机基速以下速度的控制	117
§ 5	軋机升速到高于基本速度的控制	120
§ 6	卷卷机的控制	120
§ 7	軋机拖动电动机的发动机控制	122
§ 8	卷卷机发电机的控制	123
§ 9	卷卷机的张力調节器	126
§ 10	靜止张力的調节	133
第八章	参数計算和选择	135
§ 1	电机的选择	135
§ 2	穩定变压器的选择	138
§ 3	整流器的选择	139
§ 4	升压系統的电阻值計算	140
§ 5	张力整定部份計算	144
§ 6	张力調节器第二級放大机控制系統电阻选择	143
§ 7	动补偿参数选择	154
第九章	帶記位变阻器的冷轧机控制系統	157
§ 1	冷轧机旧式控制系統的缺点	157
§ 2	帶記位变阻器的控制系統	158
§ 3	利用磁放大器及电机放大机的記位控制系統	165

四重可逆式冷軋机的 电力拖动及自动控制

冶金工业部沈阳鋁鎂設計研究院
动力設計研究室 編

內部資料·注意保密

讀者注意

本书系內部資料，只供有關部門、人員工作參考，所有材料、數據，未經冶金工业部同意，不得在公开書籍、文章上引用，亦不得翻印。

冶金工业出版社

四重可逆式冷轧机的电力拖动及自动控制

冶金工业部沈阳铝镁设计研究院动力设计研究室 编

1960年3月第一版 1960年3月北京第一次印刷 3,025 册

开本850×1168•1/32•字数130,000•印张 $5\frac{10}{32}$ •插页4•定价 0.86 元

统一书号 15062•2173

冶金工业出版社印刷厂印

内部发行

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

目 录

序言	6
第一章 冷轧生产及机械設備	7
§ 1 冷轧的目的	7
§ 2 冷轧机机械設備	8
§ 3 冷轧生产过程	14
§ 4 冷轧生产对电气的要求	15
第二章 軋制理論	17
§ 1 压下量与伸长	17
§ 2 金屬的前滑 (无张力)	18
§ 3 金屬的咬入弧	19
§ 4 金屬咬入条件	20
§ 5 金屬变形区和临界截面	21
§ 6 张力对临界角的影响	23
§ 7 无张力軋制时金屬的前滑	24
§ 8 帶有张力軋制时金屬的前滑	26
§ 9 单位压力微分方程式	28
§ 10 接触弧上单位压力分布	30
第三章 軋制过程中軋輥所受之力	35
§ 1 軋制过程中金屬与軋輥的接触面积	36
§ 2 无张力軋制中軋件对軋輥之压力	40
§ 3 有张力軋制时軋件对軋輥的平均压力	43
§ 4 简单軋制过程中作用力之方向	50
§ 5 张力卷筒产生的张力对軋制力矩的影响	51
第四章 軋机功率及参数选择	54
§ 1 四重可逆式冷轧机轉矩	54
§ 2 軋制轉矩	54

§ 3	摩擦轉矩	55
§ 4	慣性轉矩	59
§ 5	按功率消耗決定軋制轉矩	60
§ 6	用諾模圖表計算軋制轉矩	63
§ 7	電動機容量的選擇	66
§ 8	卷卷機電動機功率	68
第五章	帶張力卷筒冷軋機的電壓升高	70
§ 1	冷軋機對電氣設備的要求	70
§ 2	軋機升速減速過程中對張力的要求	71
§ 3	伸長對張力的影響	72
§ 4	軋機升壓時，保持板片張力不變的卷卷機力矩條件	75
§ 5	軋機升速時保持板片張力不變的卷揚機升壓條件	77
§ 6	前張力不變、加上後張力之後的電動機電壓	79
§ 7	開卷機的升速和減速	80
§ 8	升壓系統組成原理	82
第六章	帶有張力卷筒可逆式冷軋機的張力調節器原理	88
§ 1	調節張力方法	88
§ 2	電流張力調節器原理	89
§ 3	保持發電機電壓不變時張力調節器的誤差	92
§ 4	軋機由靜止升速到穩定速度時忽略卷筒直徑變化的張力調節器誤差	96
§ 5	考慮靜止張力調節及靜補償時的穩定運轉調節誤差	100
§ 6	軋機加速時卷卷機的動補償	104
§ 7	不同加速度工作制的動補償	103
§ 8	軋制時前滑對動補償的影響	109
§ 9	應用動電容作張力調節器的動補償	109

目 录

序言	6
第一章 冷轧生产及机械設備	7
§ 1 冷轧的目的	7
§ 2 冷轧机机械設備	8
§ 3 冷轧生产过程	14
§ 4 冷轧生产对电气的要求	15
第二章 軋制理論	17
§ 1 压下量与伸长	17
§ 2 金屬的前滑 (无张力)	18
§ 3 金屬的咬入弧	19
§ 4 金屬咬入条件	20
§ 5 金屬变形区和临界截面	21
§ 6 张力对临界角的影响	23
§ 7 无张力軋制时金屬的前滑	24
§ 8 帶有张力軋制时金屬的前滑	26
§ 9 单位压力微分方程式	28
§ 10 接触弧上单位压力分布	30
第三章 軋制过程中軋輥所受之力	35
§ 1 軋制过程中金屬与軋輥的接触面积	36
§ 2 无张力軋制中軋件对軋輥之压力	40
§ 3 有张力軋制时軋件对軋輥的平均压力	43
§ 4 简单軋制过程中作用力之方向	50
§ 5 张力卷筒产生的张力对軋制力矩的影响	51
第四章 軋机功率及参数选择	54
§ 1 四重可逆式冷轧机轉矩	54
§ 2 軋制轉矩	54

序 言

解放前，我国冶金工业的基础，特别是冶金加工业的基础十分薄弱。仅有几个生产力很低的冶金工厂和加工厂，设备都已陈旧不堪，生产效率极低，根本谈不上自动控制操作。在那时，我国也不能生产大型冶金设备，特别是轧制设备。

中华人民共和国成立后，党领导全国人民进行了恢复国民经济工作，迅速修复了旧中国遗留下来的工厂。

从1953年起，我国开始了规模巨大的国民经济第一个五年计划。1958年以来，在全民整风胜利的基础上又出现了国民经济全面大跃进。全国人民在党的领导下，在党的社会主义建设总路线光辉照耀下，在苏联和其他社会主义国家无私的援助下，发挥了冲天干劲，正在迅速地把我国冶金工业的生产水平提高到我国历史上空前未有的水平。

现在我国的加工厂不仅拥有大型复杂的单独拖动的初轧机、连轧机，还有了可逆式冷轧机。我国的机械制造业已经可以生产成套的各种类型的大型复杂的轧机。

四重可逆式冷轧机在加工工业生产中具有一定位置，它适用于产品规格品种多，而每种产品产量比较少的工厂，适合于中型或特殊产品工厂，例如有色金属加工厂、特殊钢厂等等。

由于四重可逆式冷轧机控制系统比较复杂，编者觉得有必要将过去所写的讲义编写成书对四重可逆式冷轧机作一系统介绍，以满足目前需要。但由于编者学识有限，错误之处一定很多，希望读者能多多提出指正。

本书执笔人为金长辉工程师，在写此书前曾蒙许多技术人员及工人同志在试验过程中给予多方面帮助。为此向他们致以谢意。

第一章 冷軋生产及机械設備

§ 1 冷軋的目的

熱軋機一般僅能生產厚度為5~6毫米板片，厚度小於5~6毫米的板片一般都由冷軋機生產。因為熱軋機把板片軋成為5~6毫米厚時，金屬的溫度已經降低許多，保證不了熱軋時所需要的溫度。板材被軋成比較薄的情況下，壓下量的微小誤差，以及軋輥的輥形變化，都直接影響板材的厚度。例如軋輥某部份溫度高，其他部份溫度比較低，溫度高部份軋輥受熱膨脹，因此在溫度高的部份軋出的板片薄，溫度低的部份軋出板材厚。在軋厚板片時，這些誤差表現不明顯，但軋薄板片時就很顯著，這時軋出板片發生彎曲，如鐮刀形或者波浪形，甚至無法卷成卷筒。由於輥形不好控制，軋出板材厚度誤差也大，往往超過允許值。有時由於輥形控制的不好，板片產生波浪。影響熱軋機輥形發生變化的因素很多，如乳液噴射的流量、乳液的溫度、軋輥各部份的溫度、被軋制金屬對軋輥的正壓力等等。因此，控制軋輥變形在我們要求範圍內，是不容易的事情。

板片成品表面質量要求是很高的，例如要求很光滑，沒有各種痕跡等等，可是熱壓出來的板材就達不到這些要求。

冷軋是在室溫情況下進行軋制，在軋制過程中，軋輥溫度升高有限，軋輥由於溫度產生的變形也沒有熱壓那樣厲害，特別是軋制時保證了一定張力。

冷軋加上張力後，可以使產品質量大大提高，例如，前張力加大可以減少金屬變形時對軋輥產生的正壓力，因而可以減少正壓力使軋輥產生的變形，又如冷軋張力可以避免板片產生波浪和板片橫向彎曲等等，此外，張力還可以使板片表面質量提高。

另外也必須提到，有的硬合金，在熱軋時，發生硬化現象，

抵抗金屬變形的力量有很大增加，可塑性降低。在軋成為薄板材時，必須經過一次或幾次中間退火。從生產工藝過程上看，經過冷軋是必要和合理的。

冷軋板片，除了設備及工藝流程上原因之外，還有如下的好處：

- 1) 金屬表面比熱軋出來的光滑明亮，提高了表面質量，能更好地滿足工業上對金屬的質量要求。
- 2) 軋出來的板材尺寸正確，減少板片厚度誤差。
- 3) 冷軋的板材可以保證所要求的機械強度。
- 4) 減少了由於軋輥冷卻等原因造成板片波浪的可能性。

§ 2 冷軋機機械設備

現代冷軋機基本上可分成兩大類；高速多機座連軋機和可逆式冷軋機，四重可逆式冷軋機可以軋比連軋機更薄的板片，厚度約為0.5~4毫米，在實際生產中用四重冷軋機也可以軋出0.3毫米板材。更薄的板材就要用多輥式的生產了。

圖 I—1, I—2 是輥長 1700 毫米可軋寬度為 1500 毫米板材的冷軋機主要設備圖，圖中 1 是機架，它固定在鋼筋混凝土基礎上；2 是工作輥，當軋件通過兩個工作輥之間的空隙時，就被軋制成為要求的規格；3 是支持輥，它是一個實心柱體，它主要是用來支持工作輥使工作輥能承受比較大的金屬正壓力，保證工作輥間軋制間隙尺寸精確；5 是支撐卷卷機卷筒 4 的翻轉支架；卷卷機 5 除了把板材繞到卷筒上外，它應能保證在卷卷時保持有一定的張力。

冷軋正常工作中的速度是恒定不變的，而軋制過程中機架與卷卷機之間張力也要求保持不變。但是卷卷機在卷卷時卷筒直徑越來越大，另一個卷卷機開卷時它的直徑越來越小，在軋制速度不變情況下要想保持張力不變，必須設法使卷筒轉速隨着直徑的改變而相應的改變，實際生產對這個要求比較嚴格，因此，這是

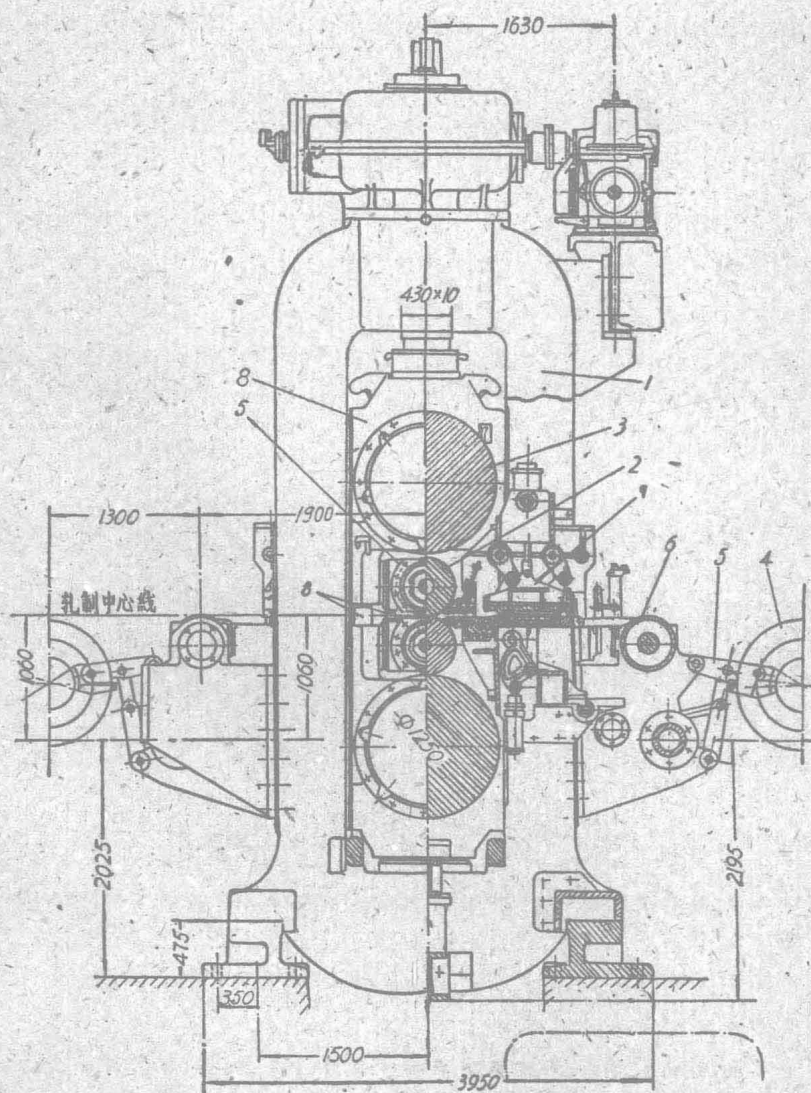


图 I-1 四重可逆式冷轧机正面图

- 1—机架；2—工作輥；3—支撐輥；4—卷卷機的主卷筒；5—翻轉支架；
6—中間方向輥；7—導板台；8—支撐輥軸承

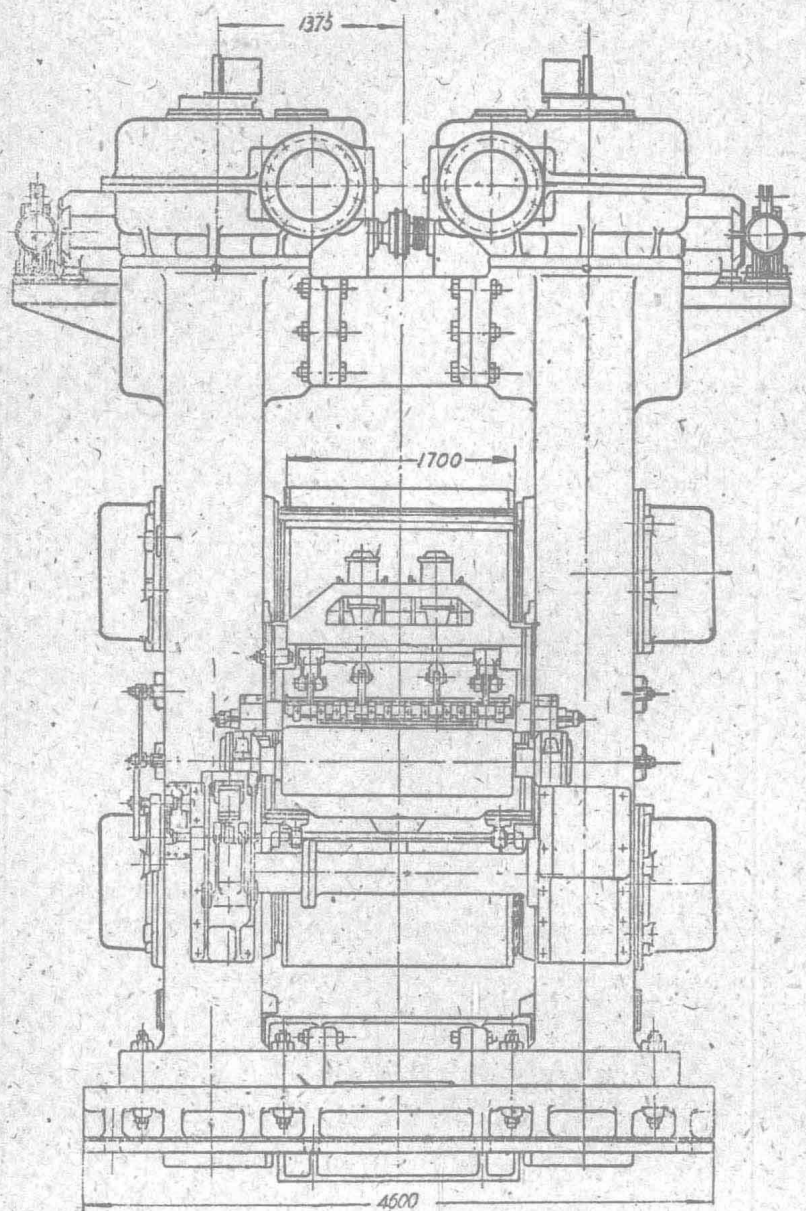


图 1-2 四重可逆式冷机侧面图

一个很复杂的问题。

旧式轧机采用摩擦离合器来产生张力，但是用这种办法张力误差很大，而且消耗大量能量，很快使离合器磨损，因此现在都不采用。现代四重可逆式冷轧机都采用筒形卷卷机，并用电气方法调节它的张力，即每一个张力卷筒都有可调速的直流电动机，单独给拖动，用很复杂的电气装置调节张力，轧制速度也有了很大提高（提高轧制速度、张力是问题之一，不是全部问题）。冷轧机主要设备电力拖动系统图如图 I-3 所示。

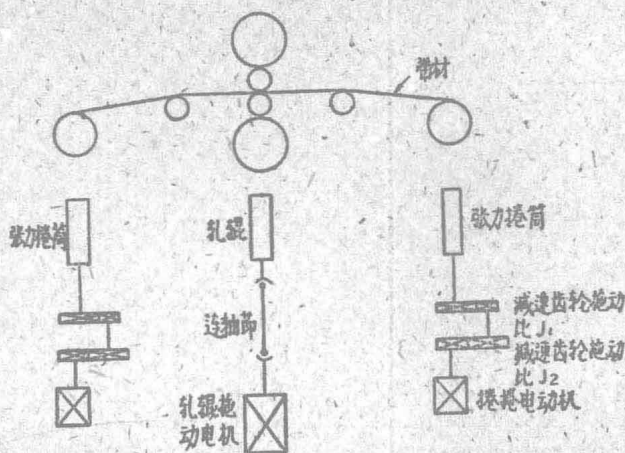


图 I-3 四重可逆式冷轧机拖动系统图

对于像上述这样近代化的张力卷筒机械结构，有两个特殊要求：

a) 张力卷筒应当有可以夹住板片端头的装置，以便能在板片送给卷筒时，能咬住板片，然后把板片绕到卷筒上。

b) 卷筒应当能够缩小直径：在轧制完了时，从卷筒上卸下板片，否则卷筒已卷了满满的板材，不缩小卷筒直径，很难把板材从卷筒上取下。

卷卷机示于图 I-4，I-5 中，1 是卷筒，2 是轴承，这个轴承是由翻转支座支持，在轧制过程中，张力卷筒受板片的拉