

内 容 提 要

本书是上海战斗型钢厂和武汉钢铁学院合作集体编写的。以上海战斗型钢厂的生产实况为主, 结合其他一些兄弟厂的经验, 介绍应用热轧、冷拔加工工艺生产少、无切削小型异型钢材的实践与认识。

本书共分七章, 包括: (1) 小型异型钢材的生产发展概况; (2) 钢的组织结构与塑性变形; (3) 轧制变形的基本原理; (4) 热轧生产工艺; (5) 简单断面型钢孔型设计; (6) 热轧小型异型钢材孔型设计; (7) 冷拔生产工艺等。理论联系实际, 有一定参考价值。

本书可供冶金工厂的工人、干部、技术人员和大专院校有关专业师生参考。

目 录

前 言

第一章 小型异型钢材的生产发展概况	1
一、小型异型钢材的用途	1
二、几种产品的经济技术指标对比	6
三、生产现状	11
第二章 钢的组织结构与塑性变形	13
一、金属与合金的晶体结构	13
1. 晶体的形态	13
2. 金属的实际晶体结构	15
3. 铸造金属的组织结构	16
4. 合金的组织结构	17
二、钢材的机械性能评定	19
三、铁碳合金状态图与碳钢组织	22
1. 铁碳合金状态图中各种组织的形态和性能	23
2. 铁碳合金状态图中曲线及特性点的意义	24
3. 钢中的杂质与合金元素	25
四、热处理后钢的组织性能	26
1. 等温转变曲线的构成与用途	26
2. 连续冷却曲线	27
3. 热处理的形式	28
五、钢的分类与编号	29
1. 钢的分类	29
2. 钢的编号	31
六、钢的塑性变形	31
1. 塑性变形的产生	31
2. 单晶体的塑性变形	33

3. 多晶体的塑性变形	37
七、塑性变形后钢的组织性能	38
1. 冷加工的后果	38
2. 冷加工后的加热反应	40
3. 热塑性变形	42
第三章 轧制变形的基本原理	46
一、咬入	46
1. 简单轧制情况下的咬入	46
2. 孔型中轧制的咬入	52
二、轧制时金属在变形区中的流动	53
1. 体积不变定律与轧制变形参数	53
2. 最小阻力定理	54
3. 轧制时金属在变形区中纵向流动	55
4. 压下量	59
5. 宽展量	61
三、变形抗力与轧制力	68
第四章 热轧生产工艺	82
一、车间平面布置及主要设备性能	82
二、热轧工艺	85
1. 坯料准备	85
2. 钢坯加热	85
3. 轧制	92
4. 热轧后冷却	96
5. 精整及检查	98
三、合金钢材的热轧工艺	100
1. 合金钢热轧工艺过程分类	100
2. 几种合金钢的轧制加工工艺特点	103
四、轧后热处理	113
1. 轧后热处理的必要性	113
2. 轧后常用热处理的工艺操作	113
第五章 简单断面型钢孔型设计	121

一、孔型设计的基本知识	121
1. 孔型设计的定义与方法	121
2. 孔型设计的主要内容和步骤	123
二、压缩孔型系统的组合与分析	137
1. 箱形系统	138
2. 菱-方系统	139
3. 椭圆-方系统	140
4. 椭圆-圆系统	142
三、圆钢、方钢的孔型设计	147
1. 圆钢孔型设计	147
2. 方钢孔型设计	156
四、扁钢孔型设计	161
第六章 热轧小型异型钢材孔型设计	165
一、小型异型钢材按形状与变形特点分类	165
1. 单台阶型钢(包括简单断面型钢)	167
2. 多台阶型钢	168
3. 宽薄型钢	169
4. 局部特殊加工的型钢	170
5. 不规则曲线型钢	171
6. 复合型钢	171
7. 热弯型钢	172
8. 周期型钢(又称变断面型钢)	172
二、我厂孔型及导卫装置设计	173
1. 孔型系统与道次	173
2. 压下量与宽展量	175
3. 坯料断面尺寸的选定	176
4. 确定孔型尺寸	177
5. 作图设计法	180
6. 配辊	185
7. 导卫装置的设计	185
三、孔型及导卫样板的制造工艺	188
四、轧辊车削和导卫装置的加工	190

1. 轧辊车削	190
2. 夹板与出口盒子板的加工	191
五、小型异型钢材的孔型设计与试制	193
1. 产品的用途及技术条件	193
2. 孔型设计	194
3. 孔型及导卫样板的制造	202
4. 轧制中出现的问题及改进办法	204
六、各类产品的孔型设计与轧制要点	204
(一)单台阶型钢	205
1. 丁字型钢孔型设计与轧制	205
2. 打字机滚架型钢孔型设计与轧制	209
3. 横S型钢孔型设计与轧制	209
4. 圆边浅槽扁钢孔型设计与轧制	212
5. 单台阶型钢孔型设计与轧制要点	213
(二)多台阶型钢	217
1. 送布牙型钢孔型设计与轧制	217
2. 阶梯式型钢孔型设计与轧制	219
3. 蝴蝶型钢孔型设计与轧制	221
4. 偏十字型钢孔型设计与轧制	224
5. 多台阶型钢孔型设计与轧制要点	224
(三)宽薄型钢	227
1. 薄边三槽型钢孔型设计与轧制	227
2. 薄壁分肢型钢孔型设计与轧制	227
3. 宽薄型钢孔型设计与轧制要点	229
(四)局部特殊加工的型钢	232
1. 6字型钢孔型设计与轧制	232
2. 局部特殊加工的型钢孔型设计与轧制要点	234
(五)不规则曲线型钢	235
1. 靴子型钢孔型设计与轧制	235
2. 汽轮机叶片型钢孔型设计与轧制	236
3. 不规则曲线型钢孔型设计与轧制要点	245
(六)复合型钢	246

1. 羊头型钢孔型设计与轧制	246
2. 复合型钢孔型设计与轧制要点	255
(七) 热弯型钢	255
1. 半圆封口型钢孔型设计与轧制	255
2. 马形槽钢孔型设计与轧制	257
3. 热弯型钢孔型设计与轧制要点	258
(八) 周期型钢	260
1. 犁刀型钢孔型设计与轧制	260
2. 齿条型钢孔型设计与轧制	269
3. 周期型钢孔型设计与轧制要点	271
七、轧制过程中轧辊孔型的调整	272
八、小型异型钢材的分类及工艺概况	274
第七章 冷拔生产工艺	295
一、车间平面布置及主要设备性能	295
1. 甲车间平面布置及主要设备性能	295
2. 乙车间平面布置及主要设备性能	298
二、冷拔工艺概况	302
1. 冷拔工艺流程	302
2. 坯料验收和轧头	305
3. 酸洗	307
4. 磷化、皂化	310
5. 冷拔	313
6. 冷拔时钢的性能变化及变形特点	329
7. 热处理	331
8. 矫直和滚光	340
9. 磨光	341
10. 成品检查和包装	341
三、异型钢材冷拔实例	342

第一章 小型异型钢材的 生产发展概况

采用少切削、无切削加工工艺生产机械零件,可以大大地降低金属消耗;并能缩减工序,减少操作人员和切削机床,降低成本,提高产品的产量和质量。目前国内外采用的少切削、无切削加工方法很多,如:精密铸造、精密模锻、粉末冶金、挤压、辊锻和热轧冷拔或热轧冷轧加工等。

生产异型钢材采用的热轧冷拔加工工艺,实质上是热轧成型(少量成材)和冷拔精加工成材。热轧具有变形快、产量高等优点,而冷拔则能保证产品获得较高的表面光洁度(一般可达 $\nabla 5 \sim \nabla 7$)、尺寸精度(在 ± 0.1 毫米左右)和良好的机械性能。与某些少、无切削加工工艺相比较,热轧冷拔加工的工艺和设备都比较简单,而且产量高、成本低,质量也比较好。小型热轧和冷拔设备制造容易,投资少,上马快。采用热轧冷拔加工工艺生产少、无切削异型钢材,适应于我国地方工业遍地开花,符合“独立自主,自力更生”的伟大方针,具有广阔的发展前途。

现将部分异型钢材产品列于图 1-1。

一、小型异型钢材的用途

小型异型钢材在国防工业和经济建设的各个部门中,得到广泛地应用。兹举例分别介绍如下:

1. 机械工业

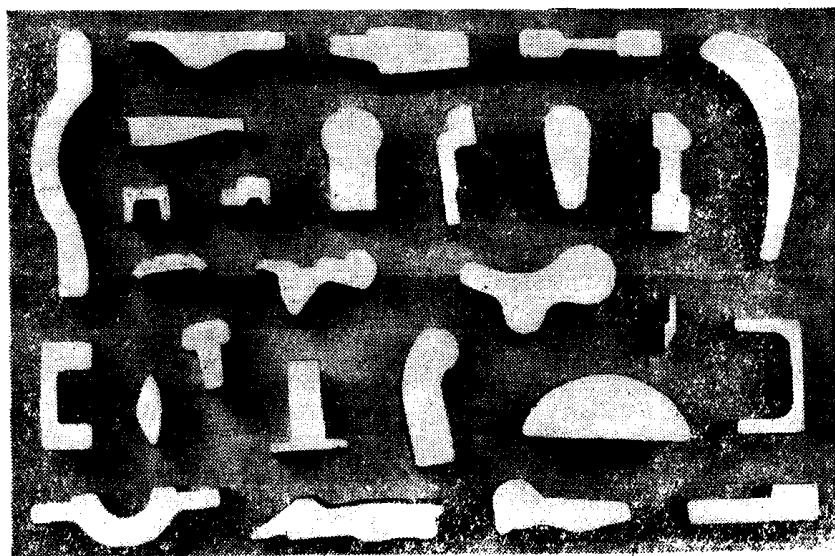
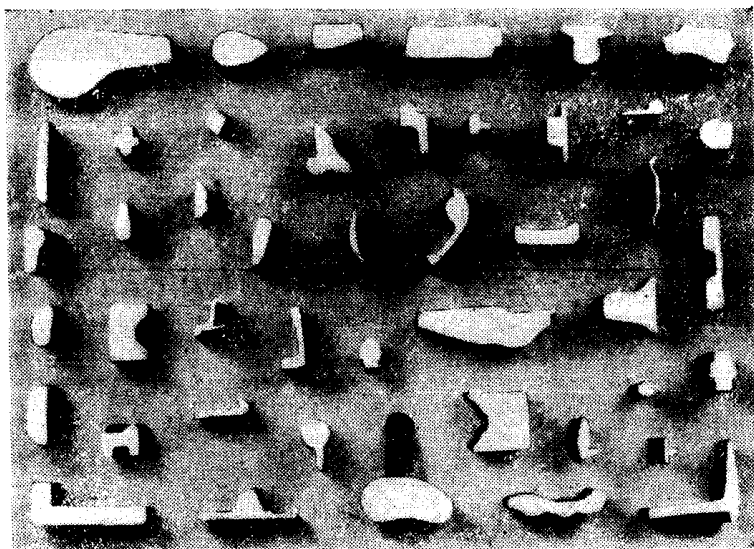
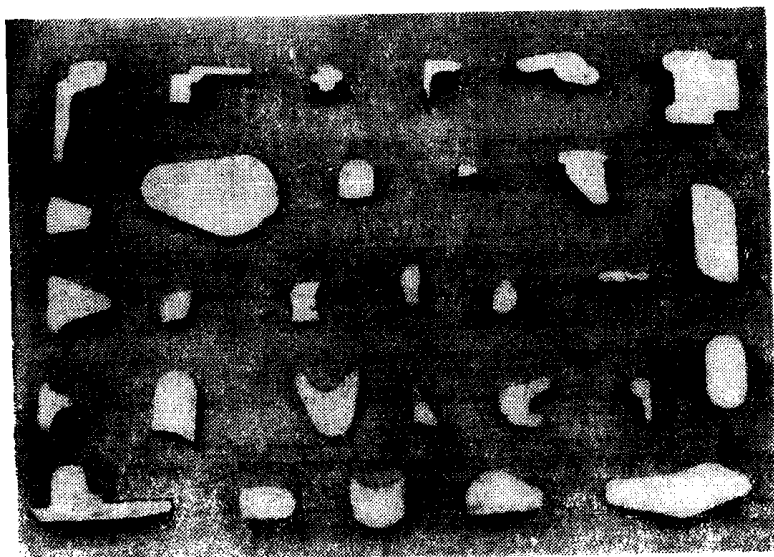
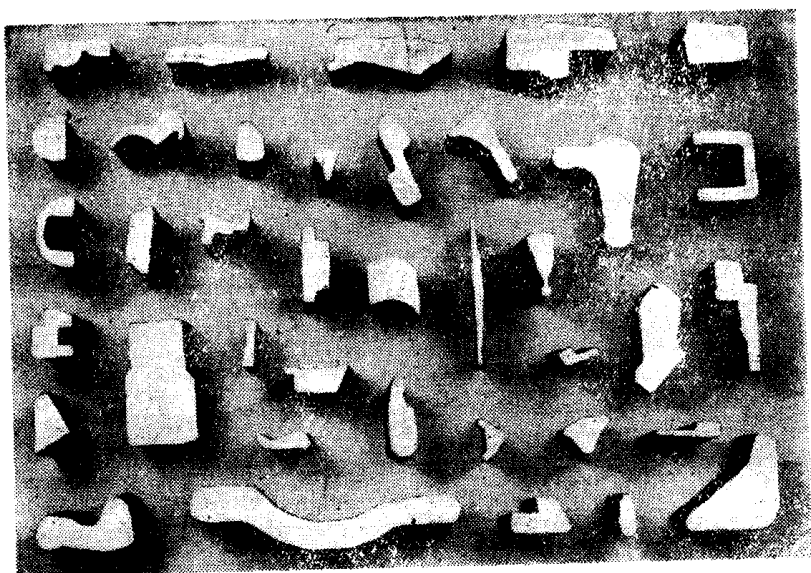


图 1-1 部分异



型钢材产品

(1) 印刷机、打字机零件



(2) 风动工具零件



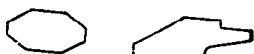
(3) 石油机械零件



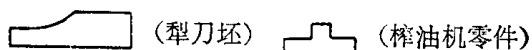
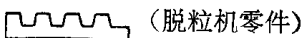
(4) 采矿机械零件



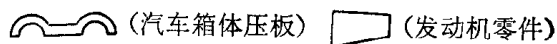
(5) 粮食加工机械零件



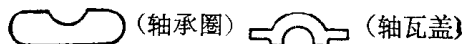
(6) 农业机械零件



(7) 汽车零件



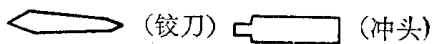
(8) 轴承零件



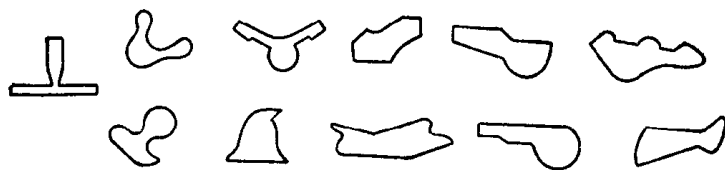
(9) 机床零件



(10) 刀具



(11) 传动机械零件



(12) 医疗、造纸机械零件



2. 纺织工业

(1) 各类缝纫机零件



(2) 纺织机零件



3. 仪表工业

(1) 刃具



(2) 号码机、调节器零件



(3) 无线电构件



(4) 电讯仪表零件



(5) 放映机、录音机零件

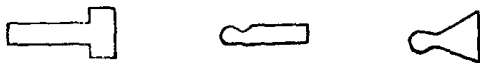


4. 电机制造工业

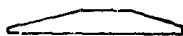
(1) 汽轮机叶片



(2) 电机零件



(3) 垫圈



5. 建筑结构材料

(1) 民用钢窗



(2) 船舰用钢窗



二、几种产品的经济技术指标对比

1. 小型滚动轴承内、外座圈(研磨前的坯料)

滚动轴承是机械转动部分的重要零件之一。目前,我国生产轴承内、外座圈的方法,大致有以下三种: (1)将圆钢切断后加热、锻造、冲孔、扩孔,而后车削; (2)用热轧厚壁钢管切断后再车削; (3)热轧异型钢材,经冷拔后,切断、弯曲、焊接、整形而成(如图1-2所示)。

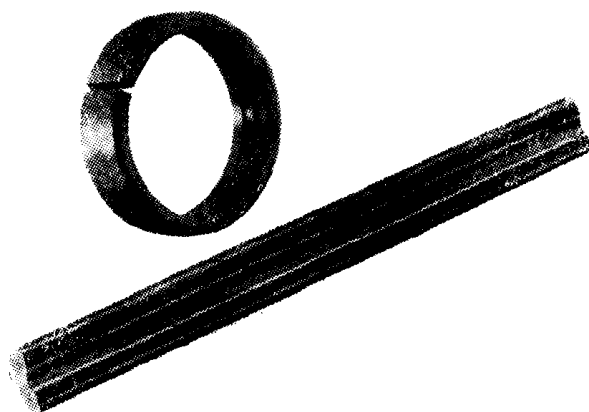


图1-2 热轧、冷拔、焊接加工生产的206轴承圈示意图

毛主席教导我们:“有比较才能鉴别。”现将三种加工方法的有关经济技术指标列于表1-1,进行比较,能够很清楚地看出热轧、冷拔工艺加工轴承内、外座圈的优越性。

表1-1 三种加工方法的有关经济技术指标对比

加工方法	工 序	材料利用	产 量	消 耗	人 力	一条加工线的投资额
锻造、车削	锻6道、车9道,共15道	30~40%	平均每三分钟1个	有切屑,需要使用刀具,燃煤	15人	80万元
厚壁钢管车削	轧管1道、车9道,共10道	50~60%		有切屑,需要使用刀具		80万元
热轧、冷拔、焊接	热轧、冷拔,切、弯、焊、整形	90~95%	每分钟超过100个	无切屑	5~6人	10万元

2. 汽轮机静叶片坯(图 1-3)

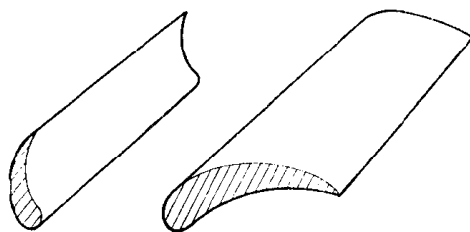


图 1-3 汽轮机静叶片坯

汽轮机叶片是汽轮机的重要零件之一。一台 110 型 25000 瓩的汽轮机, 仅静叶片就有 324 片之多, 总重 1104 公斤。上海汽轮机厂的工人同志遵循毛主席关于“人类总得不断地总结经验, 有所发现, 有所发明, 有所创造, 有所前进”的教导, 经过不断革新, 已将叶片的生产工艺由方钢铣削, 改进为模锻(背弧成型及内背弧成型)、挤压和目前采用的热轧异型钢冷拔成型新工艺, 朝着无切削、少切削的方向发展。

表 1-2 为各种型线的静叶片, 采用不同的备坯工艺, 节约金属材料的比较表。

表 1-2 各种备坯工艺节约金属材料比较表

型线种类	外型尺寸 (宽×长)	备 坯 工 艺 (公斤/个)								备 注		
		方 钢		背 弧		内背弧		挤 压			热 轧	
		坯重	金属 利用率	坯重	金属 利用率	坯重	金属 利用率	坯重	金属 利用率		坯重	金属 利用率
61TC-1A	117.5×444	21		17.5		12.3		8		8		110-11
73TC-3A	118.5×555	26		21.5		16		9.6		9.6		110-12
			20%		25%		35%		55%		约	
45TC-1A(1)	90×325	7.5		5.9		4.4		3.64		3.64	55%	151-21
15/02、03、04	120.5×554	40		33		24		14.5		14.5		151-23

如果以生产每台汽轮机静叶片采用不同备坯工艺所消耗的金属材料进行对比(见表 1-3),更能说明问题。

表 1-3 各种备坯工艺耗用金属材料比较表

产品型号	静叶片极数	备 坯 工 艺 (公斤/台)				
		方 钢	背 弧	内 背 弧	挤 压	热 轧
110	7~12	5611	4373	3168	1964	1964
160	7~20	7130	5455	4248	2442	2442

据初步统计,采用热轧、冷拔新工艺生产静叶片,其费用将比挤压节省五分之四;耗用不锈钢原材料将比模锻减少二分之一;取得很好的效果。

3. 拖拉机犁刀坯(图 1-4)

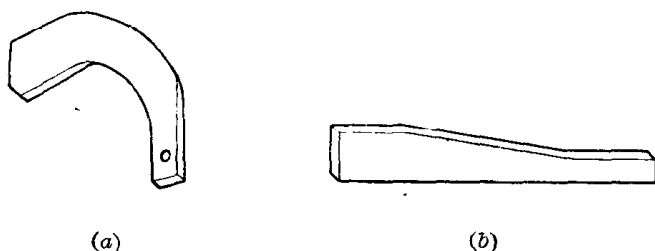


图 1-4 拖拉机犁刀坯

a—犁刀; b—犁刀坯

上海宝山第二农具厂,遵照伟大领袖毛主席关于:“农业的根本出路在于机械化”的教导,采用热轧周期断面异型钢材,代替了原来用直径 30 毫米圆钢锻打成犁刀坯的旧工艺,大大地提高了犁刀产量,有力的支援了农业生产。

原来该厂采用二台 65 公斤的蒸汽锤,4 个人每天约生产犁刀 400 个。现在改用异型钢辊锻成型,每天可以生产 3000~4000 个,产量提高 10 倍,适应了全国不少地区的需要。

4. 缝纫机零件(图 1-5)

(1) 送布牙,图 1-6a 为家用缝纫机的送布牙异型坯。过去用

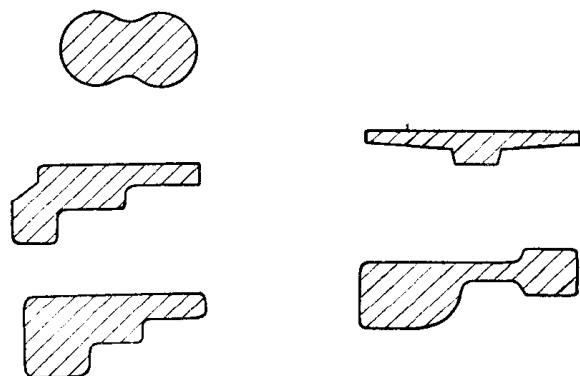


图 1-5 用异形钢材生产的缝纫机零件

扁钢刨削需要经过 48 道工序, 每公斤钢材只能生产 16 个, 现在采用热轧异形钢材, 工序减少到 38 道, 每公斤钢材能生产 28 个, 钢材利用率提高了 75%。

图 1-6b 为工业用 GN1-2 型缝纫机送布牙异形坯。过去也用扁钢刨削, 每个耗用原料 0.1462 公斤, 现在采用异形钢材, 每个用料 0.0375 公斤, 材料和工时都有很大节约。



图 1-6 送布牙异形坯

a—家用缝纫机送布牙坯; b—工业用 GN1-2 型缝纫机送布牙坯

(2) 双圆转动杆(图 1-7)

原用扁钢刨削, 改用异型材后, 节约原材料 25%, 节省工时 60%。



图 1-7 双圆转动杆



图 1-8 压脚杆导架滑块

(3) 压脚杆导架滑块(图 1-8)

原用扁钢刨削, 改用异型材后, 节约原材料 40%, 节省工时

50% 左右。

5. 其他

(1) 船用“T”字形钢窗(图 1-9)

原来船用“T”字形钢窗是将扁钢通过刨、铣、拔、弯、焊多道工序加工而成。需用 4 台牛头刨床, 每月产量仅 200 副。现在采用热轧、冷拔新工艺弯、焊而成。节省了 4 台牛头刨床和三分之一劳动力, 而每月产量可达 1500 副。

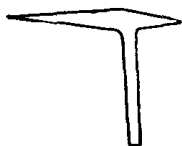


图 1-9 船用“T”字形钢窗

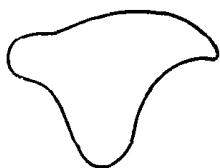


图 1-10 纺织机下梢

(2) 纺织机下梢零件(图 1-10)

用于 A512、A513 细纱机。最初是把扁钢和方钢焊成近“T”字形, 经过矫直再刨削成成品形状。后来一度改为用直径 38 毫米圆钢冷拔 8 道成形。现在采用热轧、冷拔异型材, 不仅提高了产品质量, 而且节省了一半原材料和一半工时。

这种零件属于新型结构产品, 使用后使细纱机牵伸倍数增加了一倍多。

(3) PS 型英文打字机滚架(图 1-11)



图 1-11 PS 型英文打字机滚架

“无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力。”通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动的锻炼, 上海打字机厂的革命职工, 批判了刘少奇、林彪一伙鼓吹的“洋奴哲学”、“爬行主义”和唯心论的天才史观, 创造了新型的 PS 型英文打字机, 不仅满足国内需要, 而且支援了世界革命。

PS 型英文打字机零件——滚架,长 284.7 毫米,每根用料重 1.7 公斤。现在他们用了热轧异型材,只需少量刨削即可使用。每根用料只重 1.13 公斤。同时节省工时近 50% 左右。

三、生产现状

小型异型钢材生产一般都要经过热轧和冷拔两大工序;但也有部分小型异型钢材在热轧后不需要再冷拔,只要经过少量机械加工即可使用。

由于采用异型钢材生产机械零件,可以减少加工工序,节约工时、人力、机床和大量金属材料,因而受到工农业和国防建设等各部门的普遍重视和欢迎。反过来也促进了异型钢材生产的不断发展。即以我们上海战斗型钢厂为例,近几年来,在伟大领袖毛主席亲自制订的“鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义”的总路线指引下,生产的小型异型钢材新品种有了大幅度的增长。我们厂已为机电、造船、化工、纺织、仪表等工业部门试制成功小型异型钢材 600 余种,一般型材 400 余种,使用单位遍布全国各地。产品断面形状已从方、圆、扁、角、工、槽等几何形状的变态,发展到直线、曲线不规则组合的复杂图形(参看第六章表 6-1)。

目前在我厂轧辊直径为 250 和 235 毫米的三辊闭口式轧机上,轧制的最大轧件(汽轮机静叶片),宽度为 130~150 毫米,最小轧件,断面尺寸为 3×9 毫米²,最薄的轧件厚度为 1.5~1.8 毫米。一般成品公差:厚度可控制在 ± 0.2 毫米,宽度可控制在 ± 0.3 毫米以内。对要求不很高的机械零件,不经过机械加工,即可直接使用。所轧制的钢种,除普碳钢外,还有各种合金钢(如合金结构钢、工具钢、不锈钢和高温合金钢等),只要控制好加热、开轧、终轧温度以及变形量分配和冷却等工艺制度,即可避免脱碳、裂纹、网状等缺陷的产生,保证钢材的组织性能符合预期要求。

但是“事物都是一分为二的。”热轧、冷拔小型异型钢材生产,有些问题还需要进一步解决。例如:制定小型异型钢材的标准,