



全国中等职业技术学校机械类通用教材

# 冷作工艺学

JIXIE

(第三版)



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校机械类通用教材

# 冷作工工艺学

(第三版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

冷作工工艺学/孟广斌主编.—3版.—北京:中国劳动社会保障出版社,2005  
全国中等职业技术学校机械类通用教材

ISBN 7-5045-2127-2

I. 冷… II. 孟… III. 冷加工-工艺学 IV. TG386

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 033852 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

\*

北京外文印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 381 千字

2005 年 7 月第 3 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

印数:10100 册

定价:22.00 元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64911190

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

# 前言

劳动和社会保障部教材办公室组织编写的机械类专业 96 新版教材自出版以来,为满足中等职业技术学校教学及相关职业培训发挥了重要作用,受到了广大师生的好评。但是,随着改革开放的不断深入和社会主义市场经济的迅速发展,社会及企业对技能人才的知识与技能结构提出了更新、更高的要求,职业教育的理念、模式也在不断地改革与创新。

为适应培养 21 世纪技能人才的需要,满足全国中等职业技术学校机械类专业教学,我们组织有关专家对机械类专业 96 新版教材进行了全面修订,修订后的教材包括:《车工工艺学(第四版)》《车工技能训练(第四版)》《钳工工艺学(第四版)》《钳工技能训练(第四版)》《机修钳工工艺学(第二版)》《机修钳工技能训练(第二版)》《铣工工艺学(第三版)》《铣工技能训练(第三版)》《焊工工艺学(第三版)》《焊工技能训练(第三版)》《电焊工工艺学(第二版)》《电焊工技能训练(第二版)》《冷作工工艺学(第三版)》《冷作工技能训练(第三版)》。

在本套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下几个原则:

以学生就业为导向,以企业用人标准为依据。在专业知识的安排上,紧密联系培养目标的特征,坚持够用、实用的原则,摒弃“繁难偏旧”的理论知识,同时,进一步加强技能训练的力度,特别是加强基本技能与核心技能的训练。在考虑各地办学条件的前提下,力求反映机械行业发展的现状和趋势,尽可能多地引入新技术、新工艺、新方法、新材料,使教材富有时代感。同时,采用最新的国家技术标准,使教材更加科学和规范。

遵从中等职业技术学校学生的认知规律,力求教学内容为学生“乐学”和“能学”。在结构安排和表达方式上,强调由浅入深,循序渐进,强调师生互动和学生自主学习,并通过大量生产中的案例和图文并茂的表现形式,使学生能

够比较轻松地学习。

为了方便教学，工艺学教材还配有习题册及答案、教学参考书，有的教学参考书还配有机械教学多媒体素材（光盘）。

本套教材的编写工作得到了北京、山东、河南、陕西、辽宁、湖南、福建、四川等省劳动和社会保障厅及有关学校的支持和帮助，对此我们表示衷心的感谢。

《冷作工工艺学（第三版）》主要内容有：矫正、放样与号料、展开放样基础知识、展开放样、下料、零件预加工、弯形与压延、装配和连接等。

《冷作工工艺学（第三版）》由孟广斌主编，郑文杰、孟庆峰、范光运参加编写；孔繁明审稿。

**劳动和社会保障部教材办公室**

2005年6月

# 目 录

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 绪论 .....               | ( 1 )  |
| 第一章 矫正 .....           | ( 3 )  |
| § 1—1 矫正原理 .....       | ( 3 )  |
| § 1—2 机械矫正 .....       | ( 5 )  |
| § 1—3 手工矫正 .....       | ( 9 )  |
| § 1—4 火焰矫正 .....       | ( 10 ) |
| § 1—5 高频热点矫正 .....     | ( 17 ) |
| 习题 .....               | ( 17 ) |
| 第二章 放样与号料 .....        | ( 19 ) |
| § 2—1 放样 .....         | ( 19 ) |
| § 2—2 号料 .....         | ( 29 ) |
| 习题 .....               | ( 31 ) |
| 第三章 展开放样基础知识 .....     | ( 33 ) |
| § 3—1 求线段实长 .....      | ( 33 ) |
| § 3—2 截交线 .....        | ( 39 ) |
| § 3—3 相贯线 .....        | ( 43 ) |
| § 3—4 断面实形及其应用 .....   | ( 48 ) |
| 习题 .....               | ( 50 ) |
| 第四章 展开放样 .....         | ( 53 ) |
| § 4—1 展开的基本方法 .....    | ( 53 ) |
| § 4—2 基本形体展开法 .....    | ( 57 ) |
| § 4—3 弯头展开法 .....      | ( 60 ) |
| § 4—4 过渡接头展开法 .....    | ( 62 ) |
| § 4—5 相贯构件展开法 .....    | ( 65 ) |
| § 4—6 不可展曲面的近似展开 ..... | ( 69 ) |
| § 4—7 板厚处理 .....       | ( 73 ) |
| § 4—8 钢材弯形料长计算 .....   | ( 76 ) |
| § 4—9 钢材质量的计算 .....    | ( 82 ) |
| 习题 .....               | ( 83 ) |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| <b>第五章 下料</b> .....     | ( 89 )  |
| § 5—1 剪切.....           | ( 89 )  |
| § 5—2 冲裁.....           | ( 97 )  |
| § 5—3 气割.....           | ( 107 ) |
| § 5—4 数控切割.....         | ( 114 ) |
| § 5—5 等离子弧切割概述.....     | ( 118 ) |
| 习题.....                 | ( 121 ) |
| <b>第六章 零件预加工</b> .....  | ( 122 ) |
| § 6—1 钻孔.....           | ( 122 ) |
| § 6—2 开坡口.....          | ( 129 ) |
| § 6—3 磨削.....           | ( 133 ) |
| 习题.....                 | ( 134 ) |
| <b>第七章 弯形与压延</b> .....  | ( 136 ) |
| § 7—1 弯形加工基础知识.....     | ( 136 ) |
| § 7—2 压弯.....           | ( 140 ) |
| § 7—3 滚弯.....           | ( 146 ) |
| § 7—4 压延.....           | ( 151 ) |
| § 7—5 水火弯板.....         | ( 154 ) |
| § 7—6 其他成形方法.....       | ( 157 ) |
| 习题.....                 | ( 158 ) |
| <b>第八章 装配</b> .....     | ( 159 ) |
| § 8—1 装配的基本条件和定位原理..... | ( 159 ) |
| § 8—2 装配中的测量.....       | ( 161 ) |
| § 8—3 装配的夹具和吊具.....     | ( 168 ) |
| § 8—4 装配的基本方法.....      | ( 176 ) |
| § 8—5 典型结构的装配.....      | ( 184 ) |
| § 8—6 装配的质量检验.....      | ( 189 ) |
| § 8—7 工艺规程的基本知识.....    | ( 190 ) |
| 习题.....                 | ( 192 ) |
| <b>第九章 连接</b> .....     | ( 193 ) |
| § 9—1 铆接.....           | ( 193 ) |
| § 9—2 螺纹连接.....         | ( 198 ) |
| § 9—3 焊接.....           | ( 201 ) |
| § 9—4 胀接.....           | ( 220 ) |
| 习题.....                 | ( 225 ) |
| 附录.....                 | ( 226 ) |

# 绪 论

将金属板材、型材及管材，在基本不改变其断面特征的情况下，加工成各种金属结构制品的综合工艺称为冷作工艺。从事冷作工艺的工人称为冷作工，冷作工是机械制造业中的主要工种之一。

金属结构按所用材料的不同可分为钢结构、有色金属结构和混合结构（由黑色金属材料 and 有色金属材料混合制成的结构），其中，钢结构为数较多。金属结构的主要形式有桁架结构、容器结构、箱体结构和一般结构。桁架结构是以型材为主体制造的结构，如屋架、桥梁等；容器结构是以板材为主体制造的结构，如油罐、锅炉等；箱体结构和一般结构则是以板材和型材混合制造的结构，如船舶、机架等。金属结构的连接方法主要有铆接、焊接、螺纹连接和胀接。由于焊接技术的高度发展，采用焊接的金属结构越来越多，而铆接的金属结构则日趋减少。

金属结构具有以下特点：产品具有较高的强度和刚度，较低的结构质量；结构设计灵活性大，可按受力和工作情况，在结构的不同部位选用不同强度和不同耐磨、耐腐蚀、耐高温等性能的材料，而且各部位厚度可以相差很大，这与铸件、锻件相比，具有很大的优越性；产品制造所用设备简单，生产周期短，切削加工量小，材料损耗少，从而可以降低生产成本。

金属结构的上述特点使其明显优于其他结构（如铸、锻结构），因此金属结构制品得到广泛应用，已经遍及国民经济的各个部门，例如冶金工业中的高炉炉壳、炼焦设备；机械工业中的制氧机、起重机、大型压力机机架；电力工业中的钢炉、冷凝器、铁塔；交通运输中的飞机、机车、汽车、船舶；建筑业中的屋架、桥梁；石油化工业中的塔、器、罐等。金属结构制品在农业、轻工业及国防工业等部门的应用也很普遍。

冷作工操作的基本工序有矫正、放样、下料、零件预加工、弯曲成形、装配、连接等。按工序性质可分为备料、放样、加工成形和装配连接四大部分。

备料主要指原材料和零件坯料的准备，其中包括材料的矫正、除锈、检验和验收等。如果零件的坯料尺寸比原材料大，还需要进行拼接，此时备料工作还包括划线、切割等。

放样是根据产品的图样画出放样图，再根据放样图确定产品或零件的实际形状和尺寸，同时获取产品制造所需要的样板、数据、草图等。放样工序通常包含号料。

加工成形就是用剪、冲、割（气割或等离子切割）等方法，把坯料从原材料上分离下

来，然后利用弯形、压延、水火弯板等成形方法，将坯料加工成一定的形状。坯料成形的过程通常是在常温下完成，有时也要在坯料加热后才能进行。

装配连接是将加工好的零件组装成部件或产品，并用适当的方法（铆接、焊接等）连接成整体。

冷作工工艺学是一门综合性、实践性都很强的专门工艺理论课程。为学好这门课程，应首先掌握机械制图、工程力学、金属材料、机械基础等基础理论知识。在学习这门课的过程中，要密切联系生产实际，把工艺理论知识与操作技能训练紧密地结合起来。同时，学习一些焊接、起重等相关专业知识也十分必要。

随着工业生产和科学技术的不断发展，冷作工操作的机械化、自动化程度越来越高，电子计算机放样、自动下料、特种加工成形等新技术、新工艺日益普及，必将会对学习者提出更新、更高的要求。

# 第一章

## 矫 正

钢材因受到外力、加热等因素的影响,会使表面产生不平、弯曲、扭曲、波浪等变形缺陷,这些变形将直接影响零件和产品的制造质量。因此,必须对变形的钢材进行矫正。矫正就是对钢材或金属结构制件在制造过程中因发生变形面不符合技术要求或超出制造公差要求的部位进行一定的加工,使其发生一定程度的反变形,从而达到技术要求所规定的正确几何形状的工艺过程。

矫正是冷作工的一项重要工作内容,是冷作工必须掌握的基本技能之一。

### § 1—1 矫正原理

#### 一、产生变形的原因

钢材和工件的变形,主要来自以下三个方面:

##### 1. 在轧制过程中产生的变形

钢材在轧制过程中就可能因产生残余应力而引起变形。例如,轧制钢板时,由于轧辊沿长度方向受热不均匀、轧辊弯曲、调整设备失常等原因,而造成轧辊的间隙不一致,使板材在宽度方向的压缩力不一致,进而导致板材沿长度方向的延伸不相等而产生变形。

热轧厚板时,由于金属所具有的良好塑性和较大的横向刚度,使延伸较多的部分克服了相邻延伸较少部分的牵制作用,而产生钢板的不均匀伸长。

热轧薄板时,由于薄板的冷却速度较快,轧制结束时温度较低(约在 $600\sim 650^{\circ}\text{C}$ ),此时,金属塑性已下降。延伸程度不同的部分相互作用,延伸较多的部分产生压缩应力,延伸较少部分产生拉伸应力。结果,延伸较多的部分在压缩应力作用下容易失去稳定,使钢板产生波浪变形。

##### 2. 在加工过程中产生的变形

当整张钢板被切割成零件时,由于轧制时造成的内应力得到部分释放而引起零件变形。平直的钢材在压力剪或龙门式剪床上被剪切成零件时,在剪刀挤压力的作用下会产生弯曲或扭曲变形。采用氧—乙炔气割时,由于局部不均匀的加热,也会造成零件各种形式的变形。

### 3. 装配焊接过程中产生的变形

在采用焊接方式连接时,随着产品结构形式、尺寸、板厚和焊接方法的不同,焊接的部件或成品由于焊缝的纵向和横向收缩的影响,不同程度地产生凹凸不平、弯曲、扭曲和波浪变形。

此外,大型结构在装焊过程中,需进行吊运或翻转,若结构的刚性不足或吊运方法不当,在自重和吊索张力的作用下也可能导致变形。

由此可见,矫正实际上包括:

钢材矫正,即在备料阶段对板材、型材和管材进行的矫正。

零件矫正,即在钢板剪切或气割成零件后,对加工变形进行的矫正。

部件及产品矫正,即构件在装配焊接过程中及产品完工后,对焊接变形进行的矫正。

### 二、变形造成的影响

钢材的变形会影响零件的号料、切割和其他加工工序的正常进行,并降低加工精度。在零件加工过程中所产生的变形如不加以矫正,则会影响整个结构的正确装配。由焊接而产生的变形会降低装配质量,并使结构内部产生附加应力,以至影响到结构的强度。此外,某些金属结构的变形还会影响到产品的外观质量。

所以,钢材和工件无论何种原因造成的变形,都必须进行矫正,以消除其变形或将其限制在规定的范围以内。

各种厚度的钢板,在矫平机或手工矫正后,应用1m的钢直尺检查,其表面翘曲度不得超过表1—1的规定。

表 1—1 钢板表面的允许翘曲度

| 钢板厚度 (mm)    | 3~5 | 6~8 | 9~11 | >12 |
|--------------|-----|-----|------|-----|
| 允许翘曲度 (mm/m) | 3.0 | 2.5 | 2.0  | 1.5 |

型钢的直线度,角钢两边的垂直度,槽钢、工字钢翼板的垂直度,允许偏差如图1—1所示,图中 $f$ 为型钢挠度, $\Delta$ 为偏差值。

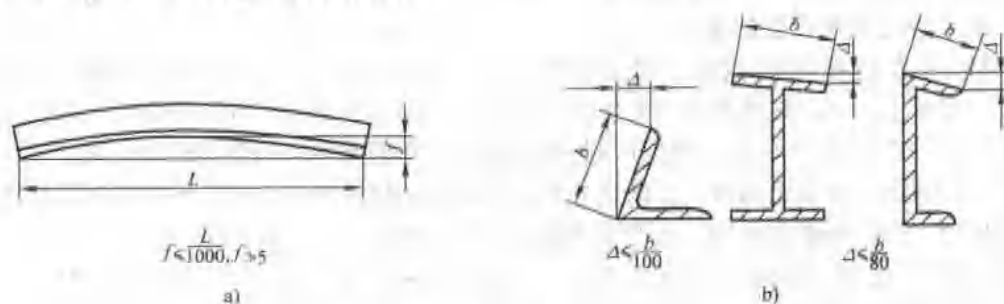


图 1—1 型钢的允许偏差

a) 挠度 b) 垂直度

装配焊接后的形状和尺寸允许偏差,随结构的类型、用途和性能要求而不同,通常在产品图样或技术文件中规定。

### 三、变形的实质和矫正方法

钢材和构件由于各种原因,其内部存在不同的残余应力,使结构组织中一部分纤维较长而

受到周围的压缩，另一部分纤维较短而受到周围的拉伸，造成了钢材的变形。矫正的目的，就是通过施加外力、捶击或局部加热，使较长的纤维缩短，较短的纤维伸长，最后使各层纤维长度趋于一致，从而消除变形或使变形减小到规定的范围之内。任何矫正方法都是形成新的、方向相反的变形，以抵消钢材或构件原有的变形，使其达到规定的形状和尺寸要求。

矫正的方法有多种。按矫正时工件的温度分为冷矫正和热矫正。冷矫正是工件在常温下进行的矫正，通过捶击延展等手段进行的冷矫正将引起材料的冷作硬化，并消耗材料的塑性储备，所以只适用于塑性较好的钢材。变形较大或脆性材料一般不能用冷矫正（普通钢材在严寒低温下也要避免使用）。矫正的过程就是钢材由弹性变形转变到塑性变形的过程。因此，材料在塑性变形中必然会存在着一定的弹性变形。由于这个缘故，当迫使材料产生塑性变形的的外力去掉之后，工件会有一定程度的回弹。在矫正工作中可运用“矫枉必须过正”的道理处理好工件的回弹问题。热矫正是将钢材加热至  $700 \sim 1\,000^{\circ}\text{C}$  高温时进行矫正，在钢材变形大、塑性差或缺少足够动力设备时应用。工件大面积加热可利用地炉，小面积加热则使用氧—乙炔烤炬。

按矫正时力的来源和性质分为机械矫正、手工矫正、火焰矫正和高频热点矫正。机械矫正的机床有多辊钢板矫平机、型钢矫直机、板缝碾压机、圆管矫直机（普通液压机和三辊弯板机也可用于矫正）。手工矫正是使用大锤、锤子、扳手、台虎钳等简单工具，通过捶击、拍打、扳扭等手工操作，矫正小尺寸钢材或工件的变形。火焰矫正和高频热点矫正的矫正力来自金属局部加热时的热塑压缩变形。

各种矫正变形方法有时也结合使用。例如，在火焰加热矫正的同时对工件施加外力，进行捶击。在机械矫正时对工件局部加热，或机械矫正之后辅以手工矫正，都可以取得较好的矫正效果。

目前，大量钢材的矫正，一般都在钢材预处理阶段由专用设备进行。成批制作的小型焊接结构和各种焊接梁，常在大型液压机或撑床上进行矫正；大型焊接结构则主要采用火焰矫正。

钢材和工件的矫正要耗费大量工时。例如，船舶类大型复杂金属结构，从材料准备到总体装配焊接结束，在各个工艺阶段有时要进行多达五次以上的矫正作业。所以，在金属结构制造过程中，从钢材的吊运堆放、零件加工到结构装焊，都应采取各种措施，尽量避免或减小变形的发生。

## § 1—2 机械矫正

### 一、板材的矫正

采用机械矫正法矫正板材的变形一般在多辊矫平机上进行，但有时也可利用液压机或其他设备进行矫正。

## 1. 多辊矫平机矫正

矫平机的工作部分由上下两列轴辊组成,如图 1—2 所示,通常有 5~11 个工作轴辊。下列为主动辊,通过轴承和机体连接,由电动机带动旋转,但位置不能调节。上列为从动辊,可通过手动螺杆或电动升降装置作垂直调节,来改变上下辊列间的距离,以适应不同厚度钢板的矫正。工作时钢板随着轴辊的转动而啮入,在上下轴辊间方向相反力的作用下,钢板产生小曲率半径的交变弯曲。当应力超过材料的屈服点时产生塑性变形,使板材内原长度不相等的纤维,在反复拉伸与压缩中趋于一致,从而达到矫正的目的。

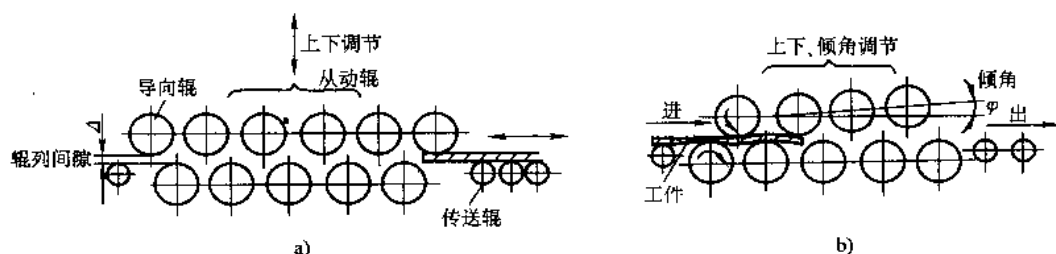


图 1—2 多辊矫平机

a) 上下辊列平行矫平机 b) 上辊列倾斜矫平机

根据轴辊的排列形式和调节轴位置的不同,常用的矫平机有以下两种:

(1) 辊列平行矫平机 当上下辊列的间隙略小于被矫正钢板的厚度时,钢板通过后便产生反复弯曲。上列两端的两个轴辊为导向辊,不起弯曲作用,只是引导钢板进入矫正辊中,或把钢板导出矫正辊(见图 1—2a)。由于导向辊受力不大,故直径较小。导向辊可单独上下调节,导向辊的高低位置应能保证钢板的最后弯曲得以调平。有些导向辊还做成能单独驱动的形式。通常钢板在矫平机上要反复来回滚动多次,才能获得较高的矫正质量。

(2) 上辊列倾斜矫平机 上下两辊列的轴心线形成很小的夹角  $\varphi$ ,上辊除能做升降调节外,还可借助转角机构改变倾角,使上下辊列的间隙向出口端逐渐增大(见图 1—2b)。当钢板在辊列间通过时,弯曲曲率逐渐减小,到最后一个轴辊前,钢板的变形已接近于弹性弯曲,因此不必装置可单独调节的导向辊。矫正时,头几对轴辊进行的是钢板的基本弯曲,继续进入时其余各对轴辊对钢板产生拉力。这附加的拉力能有效地提高钢板的矫正效果。此类矫平机多用于薄钢板的矫正。

一般来说,钢板越厚,矫正越容易。薄板容易变形,矫正起来比较困难。厚度在 3 mm 以上的钢板,通常在五辊或七辊矫平机上矫平;厚度在 3 mm 以下的薄板,必须在九辊、十一辊或更多辊矫平机上矫平。

凹凸变形严重的钢板,可以根据其变形情况,选择大小和厚度合适的低碳钢板条(厚度 0.5~1.0 mm),垫在需加大拉伸的部位,以提高矫平效果。

钢板零件,由于剪切时挤压或气割边缘时局部受热而产生变形,需进行二次矫正。这时,只要把零件放在被用作垫板的平整厚钢板上,通过多辊矫平机,然后将零件翻转 180°再通过轴辊碾压一次即可矫平。此时上下辊的间隙应等于垫板和零件厚度之和。

## 2. 液压机矫正

在缺少专用钢板矫平机时,厚板的弯曲变形也可以在液压机上进行矫正。矫正时,应使

钢板的凸起面向上，并用两条相同厚度的扁钢在凹面两侧支承工件。工件在外力作用下发生塑性变形，达到矫正的目的，如图 1—3 所示。施加外力时，钢板应超过平直状态（略呈反向变形），使外力去除后钢板回弹而矫平。当工件受力点下面空间间隙较大时，应放置垫铁，其厚度应略小于两侧垫板的厚度。若钢板的变形比较复杂时，应先矫正扭曲变形，后矫正弯曲变形，这时要适当改变垫铁和施加压力的位置，直至矫平为止。

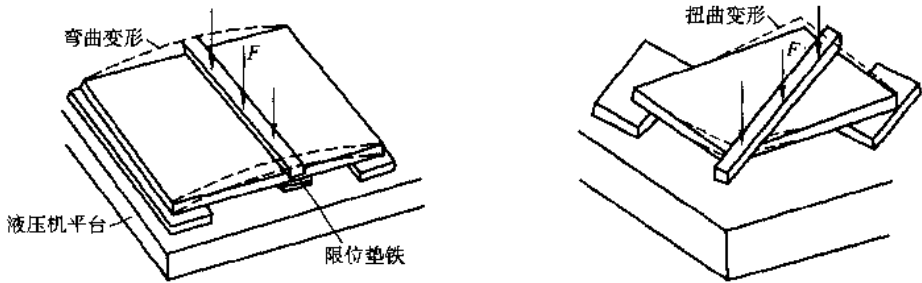


图 1—3 在液压机上矫正厚板

### 3. 碾压滚轮矫正

在实际生产中，有时会遇到薄板拼接的工作。由于薄板的刚性较差，易失稳，因此薄板拼接后容易产生波浪变形。对于薄板的波浪变形可用专门的碾压滚轮矫正，如图 1—4 所示。由于这种变形是由焊缝的纵向收缩引起的，用滚轮施加一定的压力在焊缝上来回反复的碾压，可以使焊缝及其附近的金属延展伸长，从而消除拼接薄板的波浪变形。

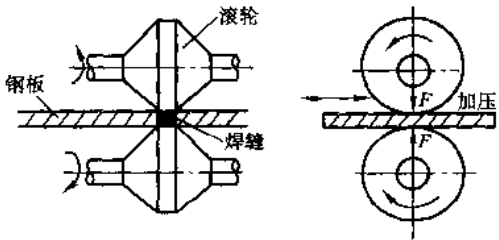


图 1—4 滚碾法矫正拼接板变形

## 二、型钢和焊接梁的矫正

### 1. 多辊型钢矫正机矫正

多辊型钢矫正机可矫正角钢、槽钢、扁钢和方钢等各种型钢。上辊列可上下调节，辊轮可以调换，以适应矫正不同断面形状的型钢。其原理和多辊钢板矫平机相同，依靠型钢通过上下两列辊轮时的交变反复弯曲使变形得到矫正，如图 1—5 所示。

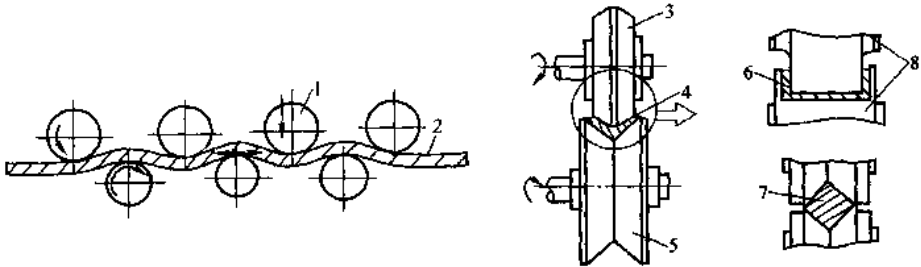


图 1—5 多辊型钢矫正机

1、3、5、8—辊轮 2—型钢 4—角钢 6—槽钢 7—方钢

### 2. 型钢撑直机矫正

型钢撑直机是采用反向弯曲的方法，矫正型钢和各种焊接梁的弯曲变形。撑直机运动件

成水平布置，有单头和双头两种。双头矫直机两面对称，可两面同时工作，工作效率高。撑直机的工作部分如图 1—6 所示，型钢置于支撑和推撑之间，并可沿长度方向移动，支撑的间距可由操纵手轮调节，以适应型钢不同情况的变形。当推撑由电动机驱动做水平往复运动时，便周期性地对被矫正的型钢施加推力，使其产生反向弯曲而达到矫正的目的。推撑的初始位置可以调节，以控制变形量。撑直机工作台面设有滚柱用以支承型钢，并减小型钢来回移动时的摩擦力。

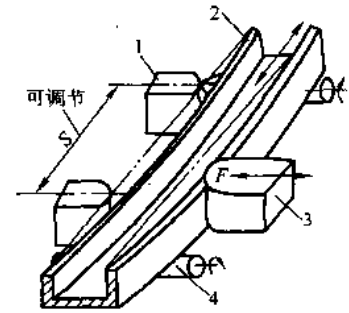


图 1—6 撑直机工作部分

1—支撑 2—工件 3—推撑 4—滚柱

型钢撑直机也可用于型钢的弯形加工，故为弯形、矫正两用机床。

### 3. 液压机矫正

在没有型钢矫正专用设备的情况下，也可在普通液压机（油压机、水压机等）上矫正型钢和焊接梁的弯曲和扭曲变形。操作时，根据工件尺寸和变形应考虑：工件放置的位置、垫板的厚度和垫起的部位。合理的操作可以提高矫正的质量和速度，如图 1—7 所示。

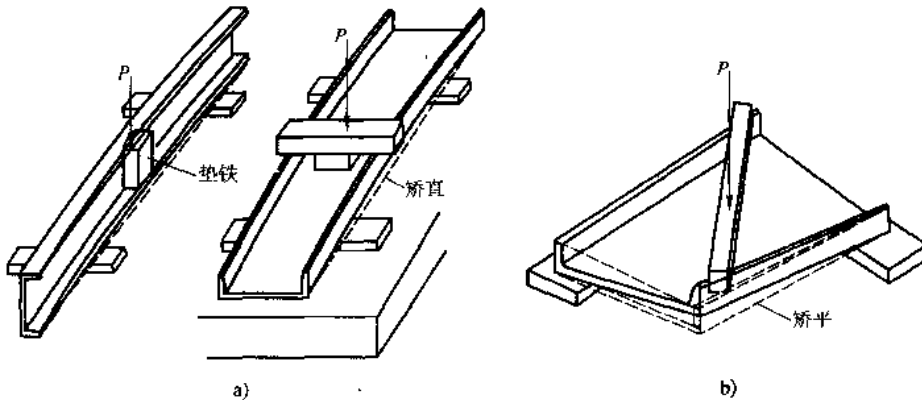


图 1—7 液压机上矫正型钢

a) 矫正弯曲 b) 矫正扭曲

### 三、钢材预处理流水线

目前，许多工厂已经将钢板矫正、表面清除和防护作业合并在一起，组成了钢材预处理流水线。它包括钢板的吊运、矫正、表面除锈清理、喷涂防护底漆和烘干等工艺过程，如图 1—8 所示。

钢板由传送辊道呈平置状态被送入多辊矫平机矫平，再进入预热室使钢板温度达到 40~60℃，以利于除去钢板表面的水分、油污，并使氧化皮和锈斑疏松。然后进入抛丸室，由卧式抛丸机对钢板进行双面抛丸除锈，再由辊道送入喷漆室。通常用高压无气喷涂机双面喷涂防护底漆，随后进入烘干室烘干。处理完毕的钢板最后由辊道直接送到下道工序，进行号料、切割等作业。采用钢材预处理流水线，不仅可以大幅度提高生产率，降低成本，而且能够保证钢板的矫正、防锈和涂漆的质量。

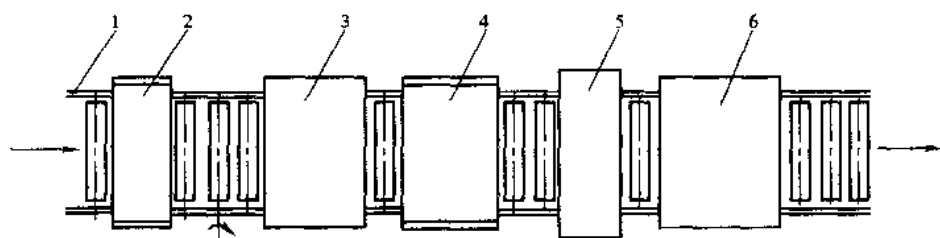


图 1—8 钢材预处理流水线示意图

1—传送辊道 2—钢板矫平机 3—预热装置 4—抛丸除锈机 5—喷漆装置 6—烘干装置

## § 1—3

### 手工矫正

无专用矫正设备时，对小尺寸的板材、型材、切割后的零件及焊接结构的局部变形，可采用手工矫正。

手工矫正常见的是使用大锤或锤子捶击工件的特定部位，以使该部位较紧的金属得到延伸扩展，最终使各层纤维长度趋于一致，达到矫正的目的。

#### 一、板材变形的矫正

##### 1. 薄板变形的手工矫正

(1) 薄板的凸起变形矫正 薄板中部凸起是由于板材四周紧、中间松造成的。矫正时，由凸起处的边缘开始向周边呈放射形捶击，越向外捶击密度越大，捶击力也加大，以使由里向外各部分金属纤维层得到不同程度的延伸，凸起变形在捶击过程中逐渐消失（见图 1—9a）。若在薄钢板的中部有几处相邻的凸起，则应在凸起的交界处轻轻捶击，使数处凸起合并成一个凸起，然后再依照上述方法捶击四周使之展平。

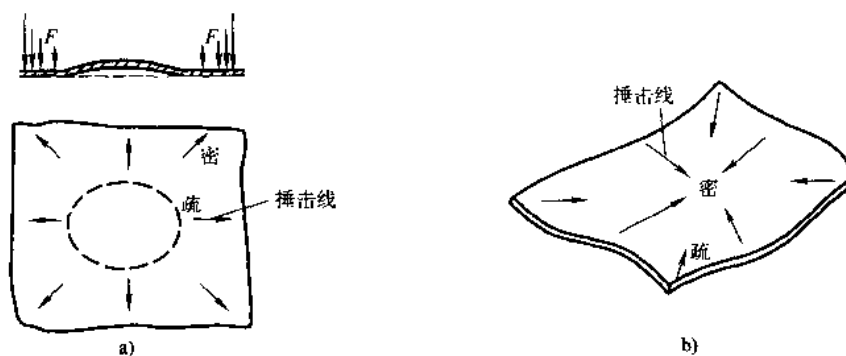


图 1—9 薄板的手工矫正

a) 中部凸起变形 b) 边缘呈波浪变形

(2) 薄板的波浪变形矫正 如果薄板四周呈波浪变形,则表示板材四周松、中间紧。矫正时,由外向内捶击,捶击的密度和力度逐渐增加,在板材中部纤维层产生较大的延伸,使薄板的四周波浪变形得到矫正(见图 1—9b)。

## 2. 厚板变形的手工矫正

厚板变形主要是弯曲变形。厚板弯曲变形的手工矫正,通常采用以下两种方法:

(1) 直接捶击凸起处 捶击力要大于材料的屈服点,使凸起处受到强制压缩产生塑性变形而矫平。

(2) 捶击凸起区域的凹面 捶击凹面可用较小的力量,使材料仅在凹面扩展,迫使凸而受到相对压缩,从而使厚板得到矫平。

## 二、型材与管材变形的矫正

扁钢、角钢、圆钢、圆管的弯曲变形,也可用捶击延展的方法加以矫正(见图 1—10a),捶击点在工件凹入一侧(图中箭头表示捶击方向和材料伸展方向)。

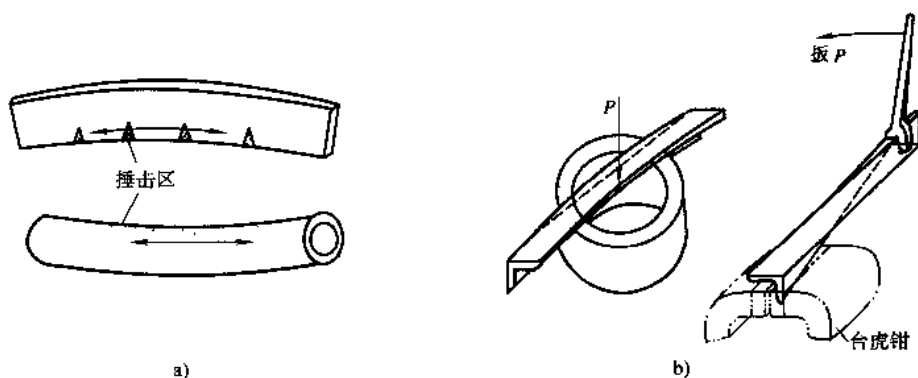


图 1—10 型钢的矫正  
a) 捶击延展 b) 弯曲、扭转

此外,型钢的弯曲和扭曲变形也可在平台、圆墩和台虎钳上,用锤子、扳手等工具进行矫正(见图 1—10b),靠矫正外力所形成的弯矩达到矫正的目的。

板材和型材各种变形的手工矫正操作可参考冷作工生产实习教材,这里不再重复。

## § 1—4

## 火焰矫正

### 一、火焰矫正的原理与特点

#### 1. 火焰矫正的原理

火焰矫正是利用金属局部加热后所产生的塑性变形抵消原有的变形,而达到矫正的目的。火焰矫正时,应对变形钢材或构件纤维较长处的金属,进行有规律的火焰集中加热,并