

化工工人技术理论培训教材



钢材矫正与成型

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心



化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

钢材矫正与成型

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

钢材矫正与成型/化学工业部人事教育司,化学工业部教育培训中心组织编写.

—北京:化学工业出版社,1997.12

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1937-8

I. 钢… I. ①化… ②化… III. ①钢-矫直-技术培训-教材②钢-成型-生产工艺-技术培训-教材 N. TG936

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17133 号

化工工人技术理论培训教材

钢材矫正与成型

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心 组织编写

责任编辑:陈丽

责任校对:陈静

封面设计:于兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市京华印刷厂印刷

北京市京华印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 5% 字数 156 千字

1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月北京第 1 次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5025-1937-8/G · 544

定 价:10.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

内 容 提 要

本书较为系统地介绍了钢材变形的矫正与钢结构件成型的基本原理和操作方法,详细地讲述了手工矫正与成型的基本技能和机械矫正与成型的操作方法。在分析钢结构变形原因的基础上,列举了工业企业中典型钢结构件变形矫正实例。着重阐述了板材、型材、管材等钢材的加工成型的主要方法及特点,并简介了几种特殊成型的方法。另外,每章末还附有复习题,以加深读者对本书的理解、巩固和掌握。

本书除作为工人技术培训用书之外,还可供有关专业技术人员学习,参考。

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册:《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应(一)》、《有机化学反应(二)》、《有机化学反应(三)》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册:《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表(一)》、《化工分析仪表(二)》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册:《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册:《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册:《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知识》和《化工生产管

理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材,尚是一种尝试,由于我们经验不足和教材编审时间的限制,部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意,为此建议:

一、各单位在组织教学过程中,应按不同等级的培训对象,根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求,以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外,还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况,制订相应的教学方案,确定相应的教学内容,以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题,可及时与我们联系,也可与教材的编者或出版单位联系,使教材中的问题得到及时更正,以利教学。

本套教材的组织编写,得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助,在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

目 录

钢材矫正与成型(检 035)	1
第一章 钢材变形的矫正	2
第一节 矫正原理和矫正的基本方法	2
第二节 矫正的工具和设备	9
第三节 手工矫正	16
第四节 机械矫正	23
第五节 火焰矫正	28
第六节 高频热点矫正	33
复习题	33
第二章 结构件的矫正	35
第一节 钢结构件变形的原因	35
第二节 钢结构件变形的矫正	39
第三节 焊接件变形的矫正	49
复习题	56
第三章 加工成型	57
第一节 冷热加工基本知识	57
第二节 手工弯曲	61
第三节 滚弯、压弯和拉弯	77
第四节 管子弯曲	101
第五节 型钢弯曲	110
第六节 压延和旋压	117
第七节 水火弯板	140
复习题	144
第四章 特种成型	147
第一节 爆炸成型	147
第二节 橡皮成型	150
第三节 管子胀接	153

第四节 水电成型和电爆成型	160
复习题	161
附录	162
表一 钢材断面积的计算公式表	162
表二 型材最小弯曲半径计算公式	162
表三 热轧圆钢、方钢及六角钢的尺寸及重量表	165
表四 热轧等边角钢的尺寸及重量表	166
表五 热轧不等边角钢的尺寸及重量表	168
表六 热轧槽钢的尺寸及重量表	169
表七 热轧工字钢的尺寸及重量表	170
参考文献	171

钢材矫正与成型

(检 035)

太原化工技工学校	郑智宏	编 审
太原化学工业集团公司化肥厂	李玉国	
太原化学工业集团公司化肥厂	元玉生	

参与编审本单元教材的人员

李文堂、熊昭义、于志先、朱心玲、周应文、沈刚、秦瑞成。

在教材编审过程中受到太原化学工业集团公司有关领导何玮、李铁瑞和公司教委副主任方岩威等同志的支持和关心。

第一章 钢材变形的矫正

钢材是机器设备中应用最多的金属材料。在加工、使用、运输、存放等过程中,由于受到内力和外力的影响,不可避免地会产生各种各样的变形。当钢材变形超过规定的技术要求时,就必须进行矫正。矫正就是设法造成新的变形去补偿和抵消已经发生的变形,使钢材恢复设计要求的几何形状的工艺方法。

第一节 矫正原理和矫正的基本方法

一、钢材的基本知识

1. 钢材的机械性能

钢材的机械性能主要是指钢材抵抗外力而不致被损坏的能力,通过弹性极限强度、屈服强度、抗拉强度、延伸率、收缩率,硬度和冲击韧性等数值来表示,这些数值是通过机械试验方法测定的。

(1)弹性极限强度 材料受外力作用时产生变形,随着外力消失变形也消失,这种变形叫做弹性变形。材料能保持弹性变形的最大能力称为弹性强度极限 σ_e (N/mm^2)。

弹性极限的值越大,说明该材料的弹性越好,能承受较大的应力而不产生塑性变形。

(2)抗拉强度 材料抵抗拉力破坏作用的最大能力叫抗拉强度,也叫抗拉极限 σ_b (N/mm^2)。

(3)屈服强度 材料在所受外力几乎不变的情况下而仍发生明显的塑性变形,这种现象叫“屈服”,材料抵抗屈服时的能力称为屈服强度,也叫屈服极限 σ_s (N/mm^2)。

(4)塑性 材料受力超过弹性极限时,将发生塑性变形,变形在应力去除后不能完全消失。材料在受力破坏以前所能承受最大的塑性变形的能力,叫塑性。常用延伸率 δ 和断面收缩率 ψ 来表示。

δ 和 ψ 的数值越大,表示材料的塑性越好,越易实现大量变形和加工成型。一般把 $\delta > 5\%$ 的称为塑性材料,而把 $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料。

(5)硬度 材料抵抗硬的物体压入其表面的能力,也就是材料表面抵抗局部塑性变形的能力,叫硬度。

常用的硬度指标有布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HRC)和维氏硬度(HV)等。一般说来硬度高的材料耐磨性较好。刀具、量具的硬度为 HRC60~63;机器零件的硬度为 HRC25~45;适宜切削加工的硬度为 HRC18~35。

(6)冲击韧性 材料抵抗冲击载荷的能力叫冲击韧性 α_k (J/m²)。

2. 钢材的工艺性能

钢材的工艺性主要是钢材在经过一定的加工(如铸造、锻压、切削、延展及焊接等),能否满足各种加工要求的能力。

(1)铸造性 是指金属液体在浇注时的流动性,凝固时的收缩性和偏析倾向。

(2)可锻性 是指钢材在承受压力加工时,能改变形状而不产生裂纹的能力。如碳钢能承受锤锻、轧制、拉拔、挤压、弯曲、拉深等加工工艺,则可锻性好;铸铁几乎不能压力加工,则可锻性差。

(3)切削性 是指钢材是否易于切削的性能。切削性好的材料在切削时切屑易于折断脱落,刀具不易磨损,切削后工件表面光洁度好。

(4)焊接性 是指钢材是否适应通常采用的焊接方法和工艺的性能,也就是焊后抵抗脆裂倾向的能力。

3. 钢的分类

含碳量为 0.08%~2.06%的铁碳合金称为钢。

(1)按含碳量分类

a. 低碳钢:含碳量在 0.08%~0.25%之间的钢。这类钢塑性好,适宜焊接、冲压、渗碳等。

b. 中碳钢:含碳量在 0.25%~0.6%之间的钢。这类钢多用作调质零件,高强度零件或弹性零件。

c. 高碳钢:含碳量大于 0.6%的钢。这类钢用作不同的工具、模具、

量具和刀具。

(2)按质量分类

a. 普通碳素钢:含硫量不大于0.055%,含磷量不大于0.045%,含碳量范围控制不严格。

b. 优质碳素钢:含硫量不大于0.045%,含磷量不大于0.040%,含碳量范围控制较严。

c. 高级优质碳素钢:含硫量不大于0.030%,含磷量不大于0.035%,含碳量高,冶金成本高。

(3)按合金元素分类

a. 低合金钢:合金元素总含量 $<5\%$ 。

b. 中合金钢:合金元素总含量 $5\% \sim 10\%$ 。

c. 高合金钢:合金元素总含量 $>10\%$ 。

合金钢按合金元素种类可分为锰钢、铬钢、铬锰钢等,如16MnR, 1CrB等。

合金钢的强度较高,综合机械性能较好,并且有耐蚀、耐磨、耐低温及良好的加工性能和焊接性能。

(4)按钢的用途分类

a. 结构钢:指用于桥梁、造船、锅炉、建筑、机器零件等结构。结构钢一般为含低、中碳量的碳素钢或合金钢。

b. 工具钢:指用于工具、模具、量具等用途。工具钢多为高、中碳钢或合金钢。

c. 特殊用途钢:指特殊用途和具有特殊性能的钢。如不锈钢、耐酸钢、耐热钢、电热合金、磁性材料等。

4. 钢材的分类

钢在冶炼后,将钢水浇入钢锭模内制成钢锭,钢锭除一部分用于大型锻件外,大部分经过轧制而成各种钢材。按钢材横断面的形状特征来分,可分为钢板、型钢、管材和线材四大类。

(1)钢板 钢板是钢结构件制造中广泛应用的原材料之一,常用于制造压力容器、机身、壳体等钢结构件。钢板按其厚度分薄钢板和厚钢板两大类。

钢板的厚度在 0.2~4mm 之间称为薄钢板,常用的薄板宽度在 500~600mm,长度在 500~4000mm 之间。薄板常用于制造机壳、水箱、油箱、风机外壳等。板厚在 4.5~60mm 之间称为厚钢板,常用厚板宽在 600~3000mm 之间,长度在 1000~12000mm 之间。

各种钢板的牌号、性能、用途,可参考有关资料。现将几种常用钢板的机械性能及使用温度范围列于表 1-1 中。

表 1-1 钢板的机械性能及使用温度范围

序号	牌号	材料标准	板厚毫米	机 械 性 能		使用温度范围
				σ_b , MPa	σ_s , MPa	℃
碳 素 钢 钢 板						
1	A3F	GB 700—65	≤20	373	235	0~250
			21~26	373	216	
2	A3	GB 700—65	≤20	373	235	0~400
			21~40	373	225	
			42~60	373	216	
3	A4	GB 700—65	≤20	412	255	0~400
			21~40	412	245	
			42~60	412	235	
4	A3R	YB 536—69	6~16	373	235	-20~475
			17~36	373	226	
			38~60	373	216	
低 合 金 钢 钢 板						
5	16Mn	YB 13—69	≤16	510	343	-20~475
			17~25	491	324	
			26~36	471	304	
			38~50	471	284	
6	16MnR	YB 536—69	6~16	510	343	-40~475
			17~26	491	324	
			27~36	491	304	
			38~60	471	284	

续表

序号	牌号	材料标准	板厚毫米	机械性能		使用温度范围 ℃
				σ_b , MPa	σ_s , MPa	
低合金钢板						
7	15MnVR	YB 536-69	6~16	530	392	-20~500
			17~26	510	373	
			27~36	510	353	
			38~60	491	334	
8	18MnMoNbR	YB 536-69	16~38	638	510	-20~520
			40~95	638	491	
			100~115	589	441	
高合金钢板						
9	0Cr18Ni9	YB 541-70	≤25	530	196	-196~700
10	0Cr18Ni9Ti	YB 541-70	≤25	540	206	-196~700
11	Cr18Ni9Ti	YB 541-70	≤25	540	205	-196~700
12	00Cr19Ni10	YB 541-70	≤25	491	177	上限 450

(2)型钢 型钢一般按断面形状分等边角钢、不等边角钢、槽钢、工字钢、圆钢、方钢、六角钢等。其有关型钢的尺寸和重量见附录表三。

(3)管材 钢管是管材之一,钢管分无缝钢管和有缝钢管。

a. 无缝钢管:由整块金属轧制而成,断面上无接缝。根据生产方式,无缝钢管又分热轧管、冷拔管、挤压管等。热轧无缝钢管的外径为 32~630mm,壁厚为 2.5~75mm,长度为 3~12.5m。冷拔无缝钢管的外径为 5~200mm,壁厚为 0.25~14mm,长度为 1.5~9m。

对于锅炉中使用的承受压力和温度的管子以及化工生产中使用的中、高压管路或输送易燃、易爆介质以及有毒介质的管路,常用无缝钢管。

b. 有缝钢管:又称焊接钢管,用钢带焊成,有镀锌与不镀锌两种,前者称为镀锌管,后者称为黑铁管。镀锌的有缝钢管常用作水管,因其外表镀一层锌,可以防止生锈;不镀锌的有缝钢管用于普通低压或无压

力的管道系统,如输送水、煤气、压缩空气、蒸气等介质。钢管的规格和质量可参阅有关资料。

(4)线材 线材即钢丝。钢丝通常指的是用热轧线材为原料,经过冷拔加工而成。按断面形状分有:圆形、椭圆形、方形和三角形等形状。

按尺寸分,有特细的(直径小于0.1mm)、较细的(直径0.1~0.5mm)、细的(直径0.5~1.5mm)、中等的(直径1.5~3.5mm)、粗的(直径3.0~6.0mm)、较粗的(直径6.0~8.0mm)和特粗的(直径大于8.0mm)钢丝。

按用途分,有焊条钢丝、弹簧钢丝、铆钉或螺钉钢丝;电工用钢丝和钢丝绳用钢丝等。

二、钢材的变形

1. 变形

材料在外力或内力作用下,所引起的尺寸和几何形状的变化称为变形。

变形过程可分为三个阶段,即弹性变形阶段、弹性-塑性变形阶段、断裂。在弹性阶段内,变形是可以恢复的,当应力消除之后变形即消失。若应力继续增加,超过了材料弹性极限,则变形进入弹性-塑性阶段。这时如果应力消除,变形不能完全消失,而只能恢复其弹性变形的部分,有一部分变形保留下来,这残留的变形即为塑性变形。若继续加大应力,金属大量塑性变形之后,应力达到强度极限时,即发生断裂。

钢材的变形是指材料由于受外力或内力作用,在材料内部形成的内应力超过弹性极限,使金属晶粒本身以及晶粒间产生滑移变形,即产生塑性变形。具体表现在:一方面材料的纤维被拉长,厚度减小,产生拉伸变形;另一方面材料的纤维缩短,厚度增加,产生压缩变形。

2. 钢材变形的原因

钢材在冷、热加工中受到外力和温度的影响,可能使其内应力得到部分释放而引起变形;也可能由于受到的载荷过大,外力不均而引起变形;在轧制和焊接过程中,受热不均,产生不均匀伸长或收缩,使钢板内部组织发生变化所产生的残余应力而引起变形;在运输过程中吊装不当,在存放时堆放垫基不平,也会引起变形,如弯曲、扭曲和波浪形等。

造成钢材变形的原因很多,变形程度也不一。只要钢材变形超过规定的允许偏差值时,都必须进行矫正。

三、矫正原理和矫正的基本方法

1. 矫正原理

钢材发生塑性变形的矫正是要设法造成新的变形去抵消已经发生的变形。也就是利用金属的塑性,以外力或内应力的作用,迫使钢材原来受压变短的部分伸长或受拉变长的部分缩短,即“放”和“收”,从而恢复钢材的几何形状,达到矫正的目的。

2. 确定变形钢材的弯曲点

在进行矫正工作之前,首先用平尺,粉线或目测法,找出钢材的变形位置。

平尺法:即用平尺在钢材的各个面、各个边上比靠。这种方法适用于比较短的零件或构件。

粉线法:拉伸粉线,用直尺测量粉线与板材的各点距离。这种方法适用于长工件。

目测法:即看弯,观看时应正视工件。采用这种方法时,应具有实践经验,不然误差较大。

矫正工作分为下料前对原材料的矫正、对钢结构零件的矫正、对焊接变形的矫正和钢结构产品在使用过一段时期后进行修理,对所有部位进行调修。

3. 矫正的基本方法

矫正时首先确定钢材变形的弯曲点,然后根据钢材的性质、工件变形的程度和生产实际需要,采用不同的方法进行矫正。主要有手工矫正、机械矫正、火焰矫正和高频热点矫正。钢材矫正时按被矫工件的温度还可分为冷矫正和加热矫正。

(1)冷矫正 常温条件下对钢材变形进行的矫正,称为冷矫正。冷矫正后,钢材塑性下降,硬度增加,容易产生冷作硬化,因此,只适宜用于塑性较好,变形不严重的工件的矫正。

冷矫正的过程是钢材由弹性变形转变到塑性变形,材料在塑性变形结束、外力去掉后,工件必然会有一定程度的回弹,因此,冷矫时,可