

高等学校试用教材

焊接结构生产及装备

上海交通大学 周浩森 主编

机械工业出版社

高等学校试用教材

焊接结构生产及装备

上海交通大学 周浩森 主编

机械工业出版社

(京)新登字054号

TG 4
8.10

内 容 简 介

本书论述了焊接结构整个生产工艺过程中的有关基本知识,重点是生产工艺过程、产品工艺分析及生产中所用的工艺装备。

全书共分六章:第一章综述焊接结构生产概况;第二章介绍生产工艺过程;第三章阐述工艺装备的种类及选用原则;第四章阐述工艺分析的内容和方法,并通过实例加深其理解;第五、六章讨论焊接结构生产的质量管理、劳动保护及车间布置。

本书为大学焊接专业的教材,也可供涉及焊接结构设计和制造的专业师生以及从事焊接结构生产的工程技术人员参考。

焊接结构生产及装备

上海交通大学 周浩森 主编

*

责任编辑:董连仁 版式设计:霍永明

封面设计:郭景云 责任校对:熊天荣

责任印制:尹德伦

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 11·字数 268 千字

1992年5月北京第1版·1992年5月北京第1次印刷

印数 00,001—4,400·定价:3.30 元

*

ISBN 7-111-03082-6/TG·678 (课)

前 言

本书是根据1985年3月原高等工业学校焊接专业教材分编审委员会会议精神，及其所制订的教学计划、教学大纲和所审定的编写大纲编写的。

高等工业院校焊接专业的毕业生大多数是进入各类工厂、安装公司等企业，并从事焊接结构的生产和安装。因此，在校期间学习一些有关焊接生产的基本知识是十分必要的。本书不同于《焊接工艺》，也不同于《焊接结构》课程，讲授的内容主要是如何根据焊接结构施工图纸的要求，将金属材料通过焊接的方法组成一定形状和尺寸的结构，其中包括产品的工艺分析、材料储存和加工、装配和焊接、检验和生产组织，以及安全和劳动保护等，重点是如何进行产品工艺分析和工艺装备的选用，所以是一门综合性、实践性较强的课程。本书应在学完大多数专业课程后，在校内课堂上或结合生产实习讲授，如能辅以幻灯片、录像、电影和工厂参观，以增加感性和直观形象认识，将会收到更好的教学效果。

本书除作为高等工业学校焊接专业的指定教材外，也可供造船、起重运输、锅炉及化工机械等专业的师生，以及从事焊接结构设计和制造的工程技术人员参考。

本书编写分工如下：第一、三章及第四章的§4-2中的二，由上海交通大学周浩森教授执笔；第二、四、五、六章，由中国船舶工业总公司第九设计研究院虞维明高级工程师执笔；第三章的§3-7，由上海交通大学唐逸民高级工程师执笔。

全书由周浩森教授主编，参加审阅的有西安交通大学唐慕尧教授、黄兰林副教授及北京联合大学凌天成教授。国内十余所高等学校的有关教师参加了审稿会，并提出了宝贵意见。西安交通大学、天津大学及镇江船舶学院为编写此书提供了宝贵的参考资料。我们在此一并致以真诚的谢意。

本书是国内第一次统编教材，作者学识水平有限，加之焊接生产工艺技术及管理技术又发展较快，书中必有不妥及不足之处，竭诚希望读者指正。

目 录

第一章 绪论	1	§ 3-6 焊接车间内的起重运输设备	87
第二章 焊接结构的生产工艺过程	6	§ 3-7 焊接机器人	91
§ 2-1 概述	6	第四章 焊接结构生产工艺分析及 典型工艺	98
§ 2-2 焊接结构生产的备料工艺与设备	7	§ 4-1 焊接结构生产工艺分析	98
§ 2-3 焊接结构的装配工艺	23	§ 4-2 典型焊接结构的生产工艺	114
§ 2-4 焊接结构的焊接工艺	26	第五章 焊接生产的质量管理及劳动 保护	137
§ 2-5 焊前预热及焊后热处理	30	§ 5-1 焊接生产的质量管理	137
§ 2-6 检验和修整	34	§ 5-2 焊接生产中劳动保护和安全技术	145
§ 2-7 涂漆	35	第六章 焊接结构车间的工艺平面布置	155
第三章 焊接结构生产的工艺装备	36	§ 6-1 车间工艺平面布置	155
§ 3-1 概述	36	§ 6-2 焊接结构车间的工艺设计	157
§ 3-2 装配—焊接工艺装备的设计要点	38	§ 6-3 焊接结构车间平面布置举例	169
§ 3-3 装配用工艺装备	41	参考文献	170
§ 3-4 焊接用工艺装备	62		
§ 3-5 装配—焊接工艺装备	84		

第一章 绪 论

一、焊接结构生产现状及发展方向

随着现代工业的高速发展和焊接技术的不断进步，焊接作为一种金属连接的工艺方法，在金属结构生产中已基本取代了铆接连接工艺。焊接与铸造、锻压、切削加工、热处理等金属加工工艺方法组合，成为机械制造业的主要加工工艺方法。许多传统的铸、锻制品，也由焊接制品或铸—焊、锻—焊制品所代替。

焊接结构，广泛应用于石油与化工工业、重型与矿山机械、起重与运输设备、汽车与船舶制造、航空与航天技术、建筑结构与国防工业等领域中。许多产品，例如大型的超高压容器，除采用焊接工艺外，难以设想有更好的制造方法。在先进的工业国中，焊接结构产品的用钢量已达到总用钢量的43%以上。为了制造如此庞大数量的焊接结构产品，需建立大量专门制造焊接结构的工厂（例如集装箱制造厂），而更多的工厂（例如造船厂、起重机厂、锅炉厂）中，均设有焊接车间，并且是工厂的主要车间。焊接车间完成任务的好坏，直接关系到整个工厂的经济效益和产品质量的优劣。

焊接结构得到如此广泛的应用和高速发展，是因为它具有一系列优点：

1. 焊接可以较方便地将各种不同形状与厚度的钢材（或其他金属材料）连接起来，甚至将不同种类的金属材料连接起来，也可以将铸钢件与锻钢件焊接起来，从而使结构中材料的分布更合理，不同性能的材料应用更恰当。另外，焊接结构中各零部件间通常可直接用焊接连接，不需要附加的连接件，同时焊接接头的强度一般可与母材相等。因而，可使产品重量减轻，生产成本也明显降低。

2. 焊接连接是一种金属原子间的连接，刚度大、整体性好，在外力作用下不像机械连接那样会因间隙变化而产生较大的变形。同时，焊接连接容易保证产品的气密性与水密性。

3. 与其他加工工艺方法相比，生产焊接结构一般不需要大型、贵重的设备，因而兴建焊接结构生产厂时设备投资较少、投产快，而且，生产厂容易适应不同批量焊接产品的生产，更换产品型号、品种也较方便。

4. 焊接连接工艺特别适用于几何尺寸大而材料较分散的制品，例如船壳、桁架等；焊接还可以将大型、复杂的结构分解为许多小零件或部件分别加工，然后通过焊接连成整个结构，从而扩大了工作面，简化了结构的加工工艺，缩短了加工周期。

早期的焊接结构大多是用手工电弧焊完成的，有时还用到氧—乙炔气焊。随着焊接工艺方法的发展及焊接结构型式的改进，焊接结构生产也已向机械化、自动化方向发展，现在不仅已经制成了各种机械化、自动化以及专门用途的自动焊机，而且还创造了大量的焊接辅助装置、单机自动化的焊接机械装置，焊接结构生产流水线和生产自动线早已成为现实。焊接机器人在某些部门已得到了较普遍的应用。在整个机械制造行业中，焊接机器人比其他类型机器人应用更广泛。焊接结构生产的机械化、自动化，不仅可以提高焊接结构的生产率，降低产品成本，提高产品质量，同时也使生产工人的健康进一步得到保障，环境污染也有所下降。然而，由于焊接结构的多样化及生产过程的复杂性，目前国内焊接生产过程的机械化、

自动化程度还是比较低的,手工操作在某些产品,甚至某些行业中仍占有相当大的比例。

焊接结构生产的整个过程同其他任何一种生产过程一样,除了基本的生产工序以外,还包括大量的辅助工序,其中主要是焊接零件的制备、装配、工序间的传送和制品的变位与清理等。另外,制品工序间的检验和成品的检验也占有相当大的工作量。因此,要提高焊接结构的生产率和产品质量,应考虑整个焊接结构生产过程的机械化和自动化,其途径可包含以下内容:

(1) 材料预处理与备料工序的机械化、自动化,这不仅可以降低本工序的劳动量、提高生产率,还将因被组焊零件质量与精度的提高,而使装配、焊接易于实现机械化和自动化,并提高产品质量。

(2) 扩大先进焊接工艺的应用范围,研制各种专用焊接设备,实现焊接工艺过程的机械化。

(3) 采用先进的起重运输设备,并在各工位和工位间配置专用的区域性起重运输设备及传送带,组成立体的起重运输网络,以缩短零部件及制品的传送时间。在取物装置方面应广泛地采用真空吸盘、电磁铁以及机械手等,以取代低效率、低质量的吊钩。

(4) 大量采用机械化的工件变位机械及焊接操作机械等辅助装置。它们可以使焊缝或焊机、焊工处于有利的焊接位置,从而提高焊接生产率及焊接质量。

(5) 注意采用胎夹具及辅助工具,例如定位器、压夹器、装配胎架、打渣工具及防飞溅涂料,以减少焊前、焊后清理时间;采用电缆快速接头、碳弧气刨等,以保证装配一焊接质量及提高工作效率。

综合上述地应用,将促进实现焊接生产的单机自动化和生产全过程的自动化,提高产品质量。在焊接生产中,应用电子计算机控制电焊机及工艺装备有利于生产过程的自动化,在国内外已不同程度地得到应用。但是必需注意,科学技术的发展和产品的更新速度正在加快,采用机械化和自动化生产,在于提高劳动生产率和降低生产成本,而不应妨碍产品的更新和导致生产成本增加。

二、焊接结构生产工艺概述

(一) 生产工艺过程

焊接结构因用途不同而有多种型式,其焊接工艺方法、生产条件与过程也不尽相同,但大致可归纳为下列工艺过程:

1. 生产准备 包括审查与熟悉施工图纸,了解技术要求,进行工艺分析,制订整个焊接结构生产工艺流程、工艺评定及确认工艺方法,制订工艺文件及质量保证文件,订购金属材料及有关辅助材料。必要时,还应外购或自己设计制造专门的焊接工艺装备。生产准备工作非常重要,做得愈完善、愈细致,生产效率和产品质量也就愈高。

2. 金属材料预处理 包括材料的验收、分类、储存、矫正、除锈、表面保护处理及预落料等工序,其目的是为焊接结构提供合格的原材料。

3. 备料 包括放样、划线、号料、切割、边缘加工、冷热成形加工、端面加工及制孔等工序,目的是为预装配及焊接提供合格的零件。

4. 装配一焊接 这是两个不同但又紧密相连的工序,包括焊缝边缘清理、装配和焊接。通常一个较复杂的焊接结构总要经过若干次的装配一焊接工序,甚至在产品服役现场进行再次装配和焊接。在某些情况下还要增加机械加工、焊前焊后热处理及部件和成品矫正等工序。

5. 检验 焊接结构生产过程中检验工作十分重要, 通常从原材料入库开始, 在每道工序中都应采用不同方式进行不同内容的检验。严格的质量检验制度, 是保证产品质量的基本手段。

6. 成品验收、油漆、作标志及包装。

焊接结构生产工艺过程见图 1-1。在现代生产中, 各种不同的工序是由不同工种的工人操作, 用不同的加工设备完成。因此, 焊接结构产品在生产车间中通常是由若干个工作位置、若干工种逐步完成的。每一工作位置完成其中一道或几道工序。生产同一部件或产品的若干工作位置排列在一起称为“生产线”。在生产线上工件被连续传输加工时, 即流水生产线。当个别产品特别重或特别大时, 例如在船台上总装船舶时, 可不移动产品而更换不同工种的工人在上面工作。

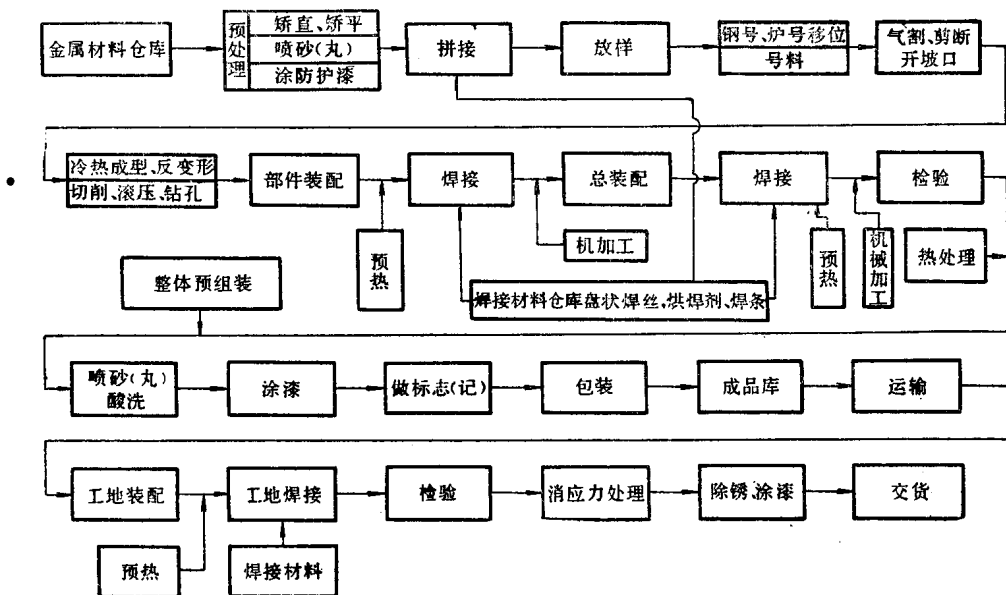


图1-1 焊接结构生产主要工艺过程

简单的制品, 可以不将它们再划分为装配—焊接部件, 而直接由零件装配—焊接成制品。对于较复杂的制品, 应尽可能将它们划分为若干部件, 由几条流水线或几个工作位置将零件先装配—焊接成部件, 再将各部件总装配—焊接成整个产品。分部件制造有利于扩大工作面, 简化工艺装备的结构, 降低对工人技术水平的要求, 提高劳动生产率及产品的质量, 协调各工种间的生产节奏。

(二) 生产规模

生产规模不同, 生产工艺过程的组织也不相同。划分生产规模的主要依据, 是连续生产同一产品的数量及不同产品生产的变化周期, 一般分为单件小批、成批和大量生产三种类型。

1. 单件小批生产 同一产品的生产数量较少, 产品结构经常变化, 并且事先难以确定重复生产的数量。因此, 从所要求的设备看, 通常采用通用的设备, 不采用专用夹具和特种工具, 以便适应加工各种不同的零件的要求。从生产组织上看, 只能将不同零件逐个按顺序生产, 基本上没有流水作业, 机床设备和工作地呈机群式分布, 各工作位置或工段应设置零部件或半成品储存地。从生产方式看, 装配时多采用划线方式, 部件间不具有互换性, 装配—

焊接以手工操作为主,机械化程度低,工人专业化程度也低,工作地点不易固定,而且对工人的技术水平要求比较高。从工艺准备上看,通常只编制简单的工艺规程(工艺过程卡)及综合统计的定额。最后导致为生产成本高及生产工人工资所占比例较大。

2. 成批生产 一段时期内生产一定数量的同一产品,周期性地轮换生产若干种产品。因此,从设备条件上看,由于每一机床或机械装置周期性地重复加工几种零部件,可以采用专用夹具及特种工具。从生产组织上看,零部件交叉混合生产,有流水生产性,但各工序不同步,机床设备和工作场地布置应考虑流水生产的需要,需设置中间仓库。从生产方式上看,装配时采用分组选配(部分互换),还保留部分划线工作。装配—焊接工作可实现部分机械化,工人专业化程度稍高,而对工人技术水平要求稍低。从工艺准备上看,要编制工艺过程卡及部分重要工序的工艺卡片;对重复性及劳动量消耗大的零部件要进行定额标定,在产品成本中,生产工人工资所占比例较小。

3. 大量生产 在相当长一段时期内只生产同一种产品,生产量很大。因此,从设备条件上看,可以广泛地采用各种专用设备及复杂的机械化高效工夹具、工艺装备。从生产组织上看,零部件同时平行生产,流水性强,且各工序应同步;机床设备按工艺过程排列,通常无需中间仓库。从生产方式上看,装配工作完全不需要划线,零部件具有互换性或者在个别情况下选配。操作是高度机械化,甚至是自动化的。工人专业化程度极高,工作地点完全固定,一般对工人技术水平要求较低。从工艺准备上看,要详细地编制每一工序的工艺卡片,并对全部工序进行技术定额标定。在产品成本中,生产工人工资所占比例最低。

三、焊接方法对焊接结构生产的影响

虽然整个焊接结构生产过程是由多道生产工艺过程组成的,然而焊接工序无疑地起着主导作用。因此,不同的焊接工艺方法,对焊接前后的生产工序有不同的要求和影响,并且在很大程度上决定了焊接结构生产的工艺过程。例如,手工电弧焊是最早出现至今仍广泛应用的一种焊接方法,它焊接时线能量、熔化深度及单位时间的金属熔敷量,与埋弧自动焊相比均较小。因此,在焊接厚度大于4 mm的钢板时通常需要开坡口并采用多层焊,这就增加了开坡口的工序,并降低了焊接生产率。埋弧自动焊质量比较稳定,焊接生产率也高;但是仅适用于较长的焊缝,对焊缝间隙、焊接位置等均有严格的要求,需要钢板边缘加工及精确的装配,并要求有较宽敞的操作空间和有利的焊接位置,这就限制了埋弧自动焊的使用。 CO_2 气体保护焊在一定程度上可以取代手工电弧焊和埋弧焊,并可在各种位置进行焊接;但是它需要特殊的焊丝、气体和可靠的送丝机构,并且不宜在有风的环境中进行焊接。厚板的对接焊缝和角焊缝可以考虑用电渣焊,它只需要焊接一次就可以完成所需要截面的焊缝,对坡口的加工要求也较低;但是焊缝必需处于垂直或接近垂直位置,而且电渣焊的线能量较大,热影响区晶粒粗大,通常需要进行焊后正火处理,这就增加了附加的工序和费用。薄板连接可考虑采用电阻点焊和缝焊,它生产率高,焊后变形小;但需要较大功率的输电线路以供应足够的电能。为适应这种工艺方法,产品的构造形式也应有较大的改变。

总之,由于焊接工艺方法不同,对焊接生产的组织、工艺过程、劳动生产率及产品成本都有很大影响。因此,在进行产品工艺分析及制订工艺文件时,必需根据产品结构形式、批量、工厂及所在环境、工人及技术人员水平等具体条件,对各种焊接工艺方法的选择进行充分的分析和论证。但是,在有些情况下可能必需选用某种焊接方法,这时就应对焊接结构及接头形式进行分析,以求适应该种焊接方法。

四、本课程的目的和任务

学习本课程的目的是使焊接专业的学生获得以下几方面的知识：

(1) 了解焊接结构生产的工艺过程及生产工艺设计的内容、方法和原则，熟悉生产过程各环节对产品质量的影响和保证质量的措施等，并初步具有进行生产工艺设计的能力；

(2) 了解焊接生产所用工艺设备（备料、装配—焊接胎夹具及辅助机械装置）的功用、结构特点、适用范围及使用要求，初步具有选用和设计简单装备的能力；

(3) 了解焊接生产组织和管理方法以及焊接车间平面布置的内容和原则；

(4) 能从政策、技术和经济等方面综合考虑，初步学会解决焊接生产中的技术问题。

为达到上述目的，本教材主要包括以下内容：焊接生产工艺分析、原材料的准备、装配—焊接用工艺装备、典型焊接结构的制造工艺、车间工艺平面布置、质量管理及劳动防护等。对大多数焊接结构来说，主要是采用电弧焊工艺方法，因此本教材也是以电弧焊为主要工艺方法来进行论述。

本书系专业教材，以阐明基本知识为主，故未列入过多的设备型号、数据等实用性资料。

第二章 焊接结构的生产工艺过程

§ 2-1 概 述

在具体了解焊接结构的生产工艺过程以前, 首先应该了解生产过程和工艺过程的含义及区别。

1. 生产过程 在任何工厂或车间里, 通过人们的劳动, 使原材料或半成品的形状和性质不断地按照人们的意图发生改变的过程, 称作生产过程。在生产过程中, 除了进行直接改变工件的几何形状、性质并把它们装配成制品的主要过程之外, 还有一系列间接的辅助过程, 如: 原材料的准备、材料及零部件的运输、成品的包装等。

2. 工艺过程 为了生产一个产品 (产品可以是成品或半成品), 要采用一个或几个不同的加工工艺, 例如: 冲压、机械加工、装配和焊接等。所以, 工艺过程是逐步改变工件状况 (或状态) 的那一部分生产过程。也可以这样讲, 工艺过程是直接改变工件的几何形状、尺寸、物理力学性能、化学性能等的那一部分生产过程, 它是生产过程中处理工艺技术方面问题的技术措施过程, 因而也是进行生产的基础。可见, 生产工艺过程就是原材料和半成品经过全部生产过程的各个工艺过程以后, 成为符合人们设计意图产品的全部过程。

焊接结构生产的核心就是确定焊接结构的生产工艺过程, 焊接车间设计、焊接胎夹具设计、设备选用及质量控制等, 都是以它为依据的。在确定整个焊接结构生产工艺过程时, 应根据待制焊接结构产品的生产特点和工艺特点, 尽量采用现代焊接技术并结合现有条件, 采取必要措施来解决它的全部生产技术问题。这里所要分析研究的问题甚为广泛, 归纳起来大致有以下几个方面:

(1) 进行焊接结构产品分析, 进行生产方案比较后, 确定技术上先进、经济上合理的生产过程。

(2) 分析焊接结构产品中各零件、部件的特点, 确定加工方法, 制定工艺规程、工艺过程卡、质量保证卡等, 并确定质量检查标准和检验方法。

(3) 分析制造焊接结构产品时每一个加工工序所需要采用的生产设备和附加 (辅助) 设备, 确定选择设备的原则, 并进行分析比较, 从而选定设备。

(4) 分析制造焊接结构产品全部过程中必须具备的基本条件, 为结合实际情况进行车间设计、技术改造, 作好可行性的前期准备工作, 并提出实施的具体方案等。

综上所述, 焊接结构生产工艺过程的分析研究是十分重要的, 它的最终结果反映在焊接结构制造的质量及经济性上。

本章将着重介绍有关焊接结构生产的工艺过程, 使读者对焊接结构生产的大致轮廓、基本工序、主要环节及所涉及到的各个方面有所了解。

§ 2-2 焊接结构生产的备料工艺与设备

焊接结构生产过程中的材料准备、零件的备料加工是焊接生产中必经的首道工序，它将直接或间接地影响到整个产品的质量和生产效率。

零件毛坯加工质量不良，会直接增加装配的困难，使焊接质量下降。例如：装配间隙、坡口尺寸、零件外形等不符合要求，就直接会影响焊缝的质量，甚至会导致产生焊接缺陷。为获得优质焊接结构和稳定的生产过程，应该有合理的备料加工工艺，其主要包括金属材料的储存、复验、除锈、矫正、放样、划线、号料、下料、坡口及边缘加工、弯曲和成形、冲压等。

金属结构生产备料过程的工作量，在焊接生产中占相当大的比重，在重型机械的焊接结构中约占全部加工工时的25%~60%。因此，提高备料工艺的机械化水平和采用先进的加工方法，对改善加工质量、提高结构生产的劳动生产率有着重要作用。

一、金属材料的储存

在一般大中型工厂中，金属材料均储存在金属材料仓库中；小型工厂通常直接储存在焊接车间。一般来讲，在满足生产需要的前提下，金属材料的储存量应该是愈少愈好。但应考虑到原材料的供应周期、品种、运输以及产品变化等情况，故目前各厂又都需要有一定的储存量。工厂金属材料的储存量，在一定程度上反映了工厂的生产水平。

焊接结构常用金属材料的加工状态，绝大多数是轧材—轧制板材和型材（各种型钢和管材等），有时也要用锻件和铸件。

金属材料应具有生产厂的质量保证书，在入库以前必须经过严格的检查和验收。检查和验收时，应根据不同产品的技术要求确定项目。通常检查和验收的项目有：化学成分、外观检查、显微分析、力学性能、焊接性试验及其它特别需要的工艺试验（如：折边、压扁、冷弯或热弯、顶锻、管子胀口试验）等，后者的目的主要是测定所用的金属材料是否符合加工工艺上的特殊要求。

金属材料经检查和验收合格后，存放到专门的金属材料仓库内。最好将所有金属材料存放在室内仓库，以防生锈。有时由于仓库面积所限，可将厚钢板及大尺寸的型钢存放在露天仓库；对于中等厚度钢板、管材及有色金属应存放在半露天仓库（有屋顶无墙的建筑物）；薄钢板及其他易氧化的金属材料、贵金属等材料必须存放在室内仓库中。

金属材料应分类堆放，并考虑最大限度地利用仓库的空间及运输取用方便，要安全且不致产生永久性变形。不同类型不同规格的金属材料应涂上不同颜色的漆或不同的编号，以便管理和防止错料。

在露天仓库内堆放金属材料，其堆放高度应不超过1 m。为了使小规格型钢（如小于50×50mm的角钢和小于 ϕ 50mm的管材及圆钢等）不致滚散，应放在专门的料架上。料架分为两种：格式和支柱式。格式的料架经常用于存放工具钢，每一格存放一个标号的钢材；支柱式的料架主要用于存放小型轧制钢材——角钢、管材、圆钢等。在钢材仓库布置料架时，应考虑使其能保证安全和方便地装卸钢材。料架应作计算，要有一定的强度和刚度。

露天堆放应该确保料堆稳固，绝对不允许发生钢材塌落等事故。因此，钢板、宽扁钢、工字钢及槽钢堆放的高度，在成排放置未经钩连时不应该大于料堆的宽度；而在互相有钩连

时, 不应该大于料堆宽度的两倍。

在仓库的料堆下面应放置有 $200 \times 200 \text{ mm}$ 的方木, 方木相互间的距离为 $1 \sim 1.5 \text{ m}$ 。为了保证在套系钢材时容易穿卸钢丝绳, 方木底部应高出地面不少于 $100 \sim 120 \text{ mm}$ 。

为了使钢材套系方便并保证使料堆具有很大的稳固性, 沿料的高度方向, 每隔 $5 \sim 6$ 层放一根垫木, 垫木长度等于钢材堆的宽度, 其厚度不少于 120 mm 。为了尽量减少钢材弯曲, 垫木在高度方向应在同一个垂直面内。

为了工人通行及工作方便起见, 仓库内应有纵横方向的通道, 一般分为主要通道和次要通道两种:

(1) 主要通道——通常在跨间的中部且与铁路相接, 用于起重机纵向移动, 以便将钢材运往加工车间。

(2) 次要通道——料堆之间的通道, 便于装卸人员通行。

仓库内无铁路时, 主要通道的宽度应大于 3 m , 有时要考虑通平板车、大卡车、叉车等运输车辆时的宽度。次要通道的宽度应不小于 0.75 m 。在非通道的钢材之间应留出 0.25 m 的空隙, 以便在套系钢材时穿卸钢丝绳。

仓库内有铁路时, 料堆应设置在离铁轨不少于 1 m 的地方。

由铁路车厢中卸料、分类及送往加工车间的过程中, 桥式起重机吊运钢材应沿着仓库通道进行, 运输中的钢材应该有装卸工人随行。

为了处理由加工车间运出的切头和余料, 必须有专门选定的场所, 在此场所内将它们进行分类, 然后将其中一部分送往小零件制造车间, 而另一部分则作为废料。废料切头应存放在料箱内, 这样可直接用料箱装运, 并可避免工人被切头的锋利边角碰伤。

通常在金属材料仓库内配置有型材切断设备、钢板切割设备, 如剪板机、气割设备等, 以便于合理地发料。有时还配置叉车、平板车、起重机等设备, 以利于运输。为了节约占地面积, 国内外已出现立体仓库。

二、金属材料的复验

焊接结构使用的金属材料主要是板材和各种型材。为了确保构件质量应有质保书, 对于重要结构在使用前应对每一批钢材进行必要的化学成分和力学性能复验, 还应检验金属材料的表面及内部质量(如夹层、砂眼等)。部分构件的金属材料还要进行金相组织的复验, 以保证符合其牌号所规定的、质保书上所保证的要求。

外, 仓库内各种金属材料应该有复验时间、复验者等进库资料。

三、金属材料的除锈

对于质量要求高的产品, 如船舶、锅炉、压力容器、海洋平台、集装箱等。钢材从仓库领出后, 在各项工序之前应先进行钢材除锈(也有称预处理)工作, 尤其是对露天堆放的钢材, 更有必要。

除锈方法一般有两种: 化学除锈和机械除锈。化学除锈就是将锈蚀的钢材进行酸洗, 清除其表面氧化物, 然后进行碱液中和, 再用热水或清水冲洗干净, 最后进行烘干, 薄板常用这种除锈方法。机械除锈就是将锈蚀钢材进行喷丸(小铁丸)除锈。一般产量较大的工厂均宜配置这类设备, 在除锈后还应该立即喷(涂)底漆, 以防在加工过程中再次生锈。也有的是对半成品或成品进行除锈, 经检验后涂漆。

四、金属材料的矫正

金属材料表面常会出现凹凸不平或弯曲、扭曲、波浪变形等现象，特别是薄钢板及截面积小的型钢。产生这些现象的原因，主要是由于在轧制过程中受到不均匀的加热和冷却，辗、滚压设备的磨损，以及在运输、堆放及储存过程中所造成的。

这些变形将会影响焊接结构件生产过程中各工序的正常进行，并降低产品的质量。例如：会使划线号料达不到所要求的精确度，直接影响自动气割机的切割精度，造成零件尺寸误差过大，以致不能保证装配间隙的精度，造成焊接烧穿和未焊透等缺陷，以及整个产品几何尺寸超差等。所以，凡是变形超过技术要求的金属材料，在划线号料以前必须进行矫正。

金属材料矫正后的允许变形值和所制造的产品精度要求有关。一般钢结构制造的通用技术条件规定，轧制钢材下料前的允许偏差值见表2-1。

表2-1 一般轧制钢材下料前的允许偏差值

偏 差 名 称	简 图	允 许 值
钢板、扁钢的局部挠度		$\delta \geq 14\text{mm}, f \leq 1\text{mm/m}$ $\delta < 14\text{mm}, f \leq 1.5\text{mm/m}$
角钢、槽钢、工字钢、管子的不直度		$f \leq \frac{L}{1000} \geq 5(\text{mm})$
角钢两肢的不垂直度		$\delta \leq \frac{b}{100}(\text{mm})$
工字钢、槽钢翼缘的倾斜度		$\delta \leq \frac{b}{80}(\text{mm})$

在开始制造结构之前对钢材进行矫正，称为第一次矫正（或称预先矫正）。在钢材加工时还会引起零件毛坯的变形（如切割以后的扭曲变形），也必须矫正，称为第二次矫正。这样送往装配焊接工部的零件才是符合图纸要求的。

钢材的矫正一般是在冷态下进行，只有当钢材的弯曲程度相当严重，在冷态情况下矫正会损伤其力学性能时，才采用在加热状态下矫正。

由于造成钢材变形的原因带有或然性，因此并非所有钢材均须经过矫正，但随着数控切割技术的应用渐趋普及，对钢材原始状态的要求提高，因而矫正的必要性和数量都有所增加。材料的变形与刚度有关。一般情况下，材料刚度愈大，需要矫正的比例愈小。根据经验统计资料，各种规格的钢材的预矫正量比例见表2-2。

表2-2 各种钢材的预矫正量比例

钢材种类	厚度/mm	预矫正量比例/%	钢材种类	厚度/mm	预矫正量比例/%
钢 板	≤ 2	100	宽 扁 钢	≤ 4	100
	2~6	90		4~6	80
	6~12	50		6~12	70
	>12	≤ 10		12~18	35
扁 钢	≤ 6	100		>18	≤ 10
	6~12	80	各种型钢	各种尺寸	15~50
	12~18	50			
	18~25	20			
	>25	≤ 10			

钢材的任何变形都是由于材料中的某一部分纤维比另一部分纤维缩短或伸长而造成的。因此,矫正工作的基本原理是使材料产生新的变形,使材料的所有纤维长短一致,从而达到矫正的目的。冷态矫正时要使材料的部分纤维产生塑性伸长,这必然会消耗材料的塑性。为了避免过度消耗钢材的塑性,冷态矫正的最大变形量要有一定限制。对于Q235A钢在冷矫正时变形量最大为1%,型钢允许冷态矫正量见表2-3。

表2-3 Q 235 A 钢材的允许冷态矫正量

顺序号	型 钢	简 图	有关轴线	一般矫正量		弯曲时矫正量	
				ρ	f	ρ	f
1	钢板、宽扁钢、扁钢		1—1	50δ	$\frac{l^2}{400\delta}$	25δ	$\frac{l^2}{200\delta}$
2	角钢		1—1	$90b$	$\frac{l^2}{720b}$	$45b$	$\frac{l^2}{360b}$
3	槽钢		1—1	$50h$	$\frac{l^2}{400h}$	$25h$	$\frac{l^2}{200h}$
			2—2	$90b$	$\frac{l^2}{720b}$	$45b$	$\frac{l^2}{360b}$
4	工字钢		1—1	$50h$	$\frac{l^2}{400h}$	$25h$	$\frac{l^2}{200h}$
			2—2	$50b$	$\frac{l^2}{400b}$	$25b$	$\frac{l^2}{200b}$

注: 1. 以 l 表示弯曲部分的弧长, 该长度采用与 δ 、 h 、 b 同一量度。

2. ρ 和 f 系采用等边角钢与不等边角钢的平均值。

矫正工作一般在矫正机床上进行,少数情况下也有用手工矫正的。手工矫正是利用大锤和垫板在刚性平台上进行。手工矫正只能用于不重要的构件,因为用大锤在钢材上集中打击会产生严重的局部变形,若变形严重时,会使材料力学性能变坏,脆性显著地增加(有时在工件上先加垫锤,使锤击力均匀化,情况可适当改善)。此外,手工矫正生产效率低、劳动强度大,且要求操作工人技术水平高,因此,只有在没有矫正机床或无法应用机械设备矫正时才采用。

常用的矫正机床有:钢板矫平机、型材矫正机、调直压力机(顶床)。有时也采用杠杆压力机、弯板机、摩擦压力机、偏心压力机、水压机和油压机等进行矫正。

(一) 钢板矫平机

钢板矫平机亦称平板机,矫平时钢板是在钢板矫平机的两排圆辊轴之间通过,其基本原理见图2-1。上下辊轴之间的水平间隙比被矫正的钢板厚度略小一些。矫正时,辊轴带动钢板经过多次反复弯曲,在整个断面上得到均匀的伸长,此伸长消除了原有的不平。两排辊轴不能过分地靠近,否则将加大钢板的变形量,损害材料性能。调节上排最外边的两个辊轴(1,3)的高度,可以得到平板或是有曲率的弯板。

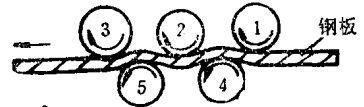


图2-1 钢板矫平机基本原理图

常用的是7~11辊的钢板矫平机,辊数最多时可达21辊。钢板愈薄,矫平时要求的辊数愈多;板材愈厚愈宽,要求辊子的直径与长度比愈大。

常用钢板矫平机的技术数据见表2-4(适用于一般低碳钢)。

表2-4 常用钢板矫平机的技术数据

规格	矫平钢板厚度/mm	矫平钢板最大宽度/mm	工作辊数	外形尺寸 长×宽×高/mm
6×2000mm 钢板矫平机	1.5~6	2000	17	7042×3200×3136
16×2500mm 钢板矫平机	4~16	2500	9	8985×3930×3758
20×3200mm 钢板矫平机	5~20	3200	9	8871×3665×5140
32×2500mm 钢板矫平机	8~32	2500	7	8700×4000×5940

为了提高钢板矫平机工作效率,通常在矫平机两端附设有二个滚轮工作台,以便钢材在矫正过程中来回移动。滚轮工作台台面高度应与矫平机下辊的上表面高度相等。

矫平机工作时,特别要注意上、下辊之间间距的调整和被矫平钢板的材质。当钢板强度增大(如合金钢),所能矫平的钢板厚度减小,否则容易过载而损坏机器。上、下辊之间间距不均匀将影响被矫钢板的平整度。

(二) 型材矫正机

矫直型材通常是用型材矫正机,其工作原理与钢板矫平机基本相同,只是辊轮形状不同,图2-2 a所示是型材矫正机示意图。

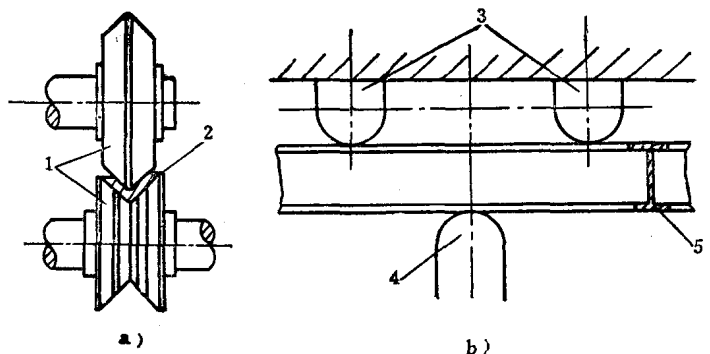


图2-2 型材矫正机示意图

a) 角钢矫正机 b) 调直压力机

1—辊轮 2—角钢 3—固定支座 4—滑动顶块 5—工字钢

型材矫正机上的辊轮可以根据不同型材的形状及尺寸进行调换。也可以用几台型材矫正机分别矫正不同种类的型材。

常用的型材矫正机的技术数据见表 2-5。

表2-5 型材矫正机的技术数据

项 目	单 位	能被矫正的型材最大截面尺寸/mm	
		150×150×16	240×240×24
辊轮的数量	个	5~7	9
矫正的速度	m/min	25~70	25~70
电动机功率	kW	45~50	50~65
辊轮质量	kg	15~20	30~40

用上述型材矫正机不仅可以矫正长度方向的弯曲,也可矫正型材中各边之间夹角的不正确。为操作方便,型材矫正机两端也应该配备滚柱工作台。

一般小规格的钢板和型材也可以在调直压力机(图2-2b)、摩擦压力机、曲柄压力机、杠杆压力机、千斤顶等设备上进行矫正。

(三) 矫正工艺过程及操作

调整矫正机的上、下主动辊的间隙和距离,使其达到预定要求。再将准备矫正的钢板、型材放置到钢板矫平机、型材矫正机的辅助装置——工作台上。开动矫正机,并将要矫正的钢板、型材送入主动辊空隙中进行矫正。矫正过程中若发现仍存在弯曲,可适当调整辊间空隙与距离,并往复矫正几次。若矫正平板,可局部加垫板反复矫正。薄钢板($\delta < 3\text{mm}$)的矫正比矫正厚钢板要困难得多。钢板凹度不同,垫板的厚度也不同,直到凹处纤维与其它部分一致,达到矫平目的。

五、放样、划线和号料

放样是在制造金属结构件以前,按产品零部件图纸的要求,在放样台上用1:1的比例尺寸,划出实际零件的平面展开尺寸。放样的方法很多,有比例放样、光学放样、数学放样等。根据产品的精度要求与批量来确定放样方法。它的主要目的是:

1. 检查设计图纸的正确性 包括所有零部件的尺寸,零件间和部件间的配合等。

2. 确定零件毛坯的下料尺寸 金属结构件中的很多零件是带有曲面的,为了把这些曲面展开得到下料尺寸,要根据投影几何的方法或是工作经验来确定。另外由于加工工艺的特点,有时也不能完全按设计图纸上的名义尺寸下料,如考虑到焊接的收缩、坡口加工裕量,以及其它有关工序所需的加工裕量间隙等,在确定这些零件下料尺寸时,有时还必须加放裕量(一般根据生产中的统计数据计算)。曲面展开尺寸也得考虑加工工艺的影响,同一个零件用手工成形与用压力机成形所采用的实际下料尺寸是不同的。

3. 制作样板 复杂形状的零件在制造过程中需要用样板来检验其外形尺寸。在成批和大量生产中,为了减轻划线的工作量,对简单外形的零件也是要制作划线或检验用样板,样板需要按照放样台上已放好的图形来制作。样板可用金属、木材或厚纸板等的板材制作。

在零件结构较为简单时以及单件或小批生产时,放样可在金属材料上直接进行,然后根据放样零件的轮廓线,用小锤和冲子在金属材料上打上标记——号料。号料的目的是避免金属材料在搬运过程中将零件的轮廓线擦去,以致无法进行加工。所谓划线,就是利用样板在