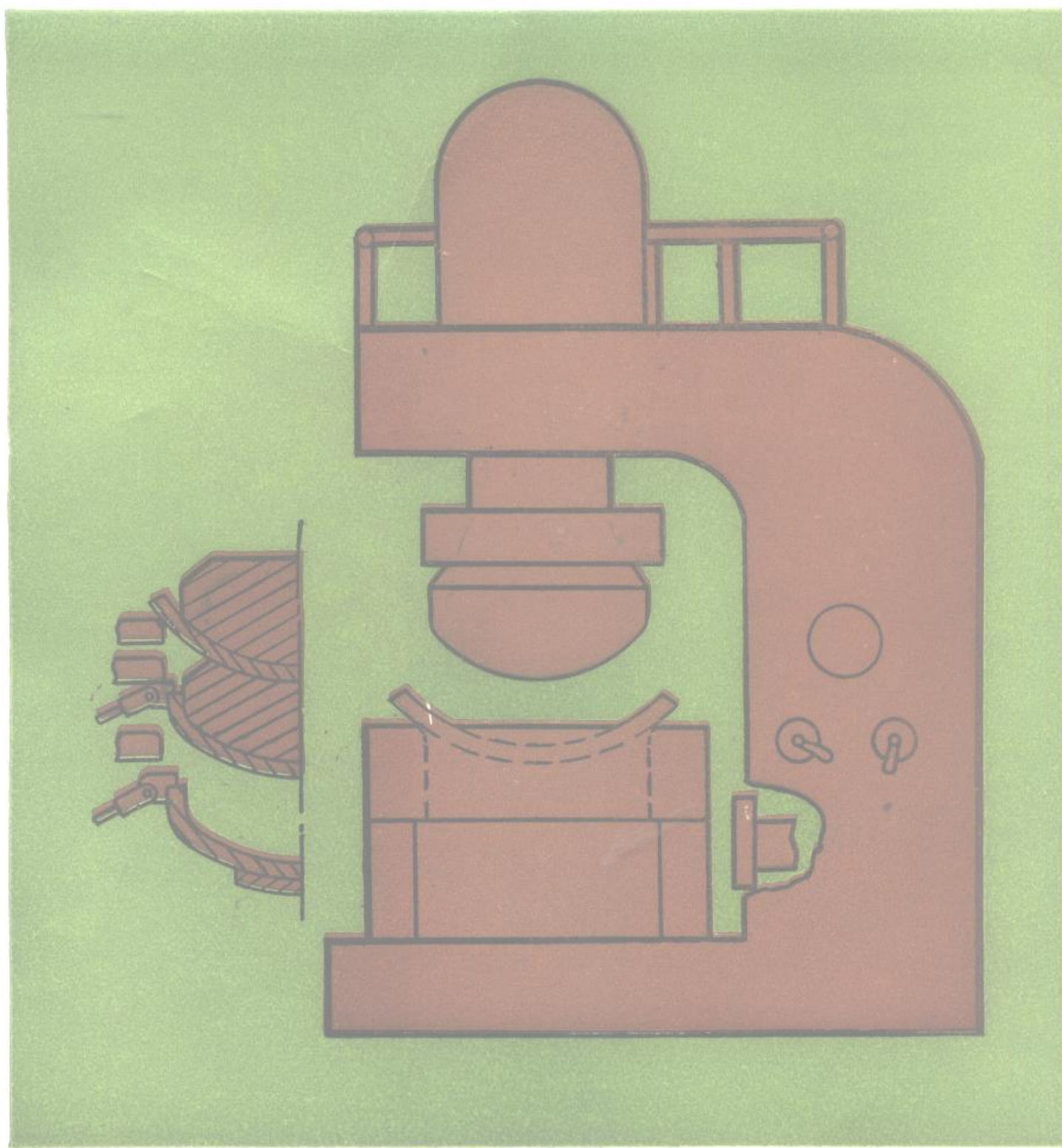


金属结构 制造工艺

马云龙 编著



中国劳动出版社

金属结构制造工艺

马云龙 编

中国劳动出版社

(京)新登字114号

内 容 提 要

本书介绍了金属结构产品制造中的下料、成型、焊接、胀接、铆接、热套、爆炸贴合、衬胶等制造工艺,着重介绍了一、二、三类受压容器的制造方法。其中包括:典型结构组装、对接口研合要点、图样设计与制造工艺的关系、工胎夹具制作、各类钢种对焊坡口形式、金属与焊接材料的选用、施焊工艺规程、防止焊接构件变形和焊后构件变形的矫正、焊缝探伤及质量检验、油漆、包装等。

本书是金属结构制造行业的工人、工程技术人员、图样设计人员和本专业大中专院校师生的一部较理想的参考书。

本书由毕序隆、张本荣、高承良同志审稿。

金属结构制造工艺

马云龙 编

责任编辑 葛 玮

中国劳动出版社出版

(北京市和平里中街12号)

北京大兴包头营印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 16开本 22.75印张 568千字

1992年7月北京第1版 1992年7月北京第1次印刷

印数, 5100册

ISBN 7-5045-1010-6/TG·091 定价: 9.00元

前 言

金属结构制造工艺一书的宗旨是为使金属结构产品在制造过程中，提高生产效率、保证产品质量、降低成本、减轻劳动强度，提供可采取的各种有效、科学、合理的制造工艺方法和措施。

金属结构制造在全国各个生产领域普遍存在，为互相交流经验，共同提高制造工艺水平，更好地为我国社会主义四化建设服务，现将多年在实践中积累的对各种类型特别是受压力容器结构在制造中所采取的比较先进、科学并经实践验证较为完善的制造工艺方法及有关参考资料编著成册，供金属结构制造行业的工人、工程技术人员实际应用和参考。

本书以理论与实践相结合、文字与图表对照为原则，阐述了金属结构制造从展料计算、号线号孔、工胎夹具制作、组装、焊接到最终压力检验及喷漆、包装的全部工艺过程。

在编写过程中，得到金州重型机器厂的大力支持并得到马健、欧阳鹏翱、李学道、张琪等同志的协助，在此深表感谢。

由于个人水平有限，书中难免有缺点或不足之处，热诚欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 金属结构制造工艺概述	1
第一节 金属结构制造的基本内容	1
第二节 金属结构的分类	1
第三节 金属结构的特点	2
第四节 金属结构的应用	2
第五节 金属结构设计与制造	3
第六节 金属结构制造工艺流程	6
第二章 金属材料及热处理	7
第一节 金属材料机械性能	7
第二节 钢的分类	8
第三节 常用钢材种类、性能及用途	9
第四节 合金钢	11
第五节 钢的热处理	13
第三章 下料工艺	20
第一节 下料基本知识和常用工具	20
第二节 常用几何画法及计算	26
第三节 放样及样板的制作	37
第四节 简易展开画法	46
第五节 号料、号线及号孔	48
第四章 裁料和矫正工艺	62
第一节 剪 切	62
第二节 氧-乙炔切割	68
第三节 等离子弧切割	75
第四节 钢材件矫正工艺	76
第五章 弯曲与拉伸制造工艺	87
第一节 钢板和型钢弯曲件展料计算	87
第二节 冷弯曲工艺	99
第三节 热弯曲工艺	110
第四节 拉伸工艺	114
第六章 焊接结构制造工艺	127
第一节 常用钢材焊接接头及坡口形式	127
第二节 常用工具和量具	134
第三节 定位及配号组装	139

第四节	胎模装配	150
第五节	封头、筒体组装工艺	161
第六节	壳体夹套组装工艺	175
第七节	铁路槽车和塔器的组装	181
第八节	球型贮罐和大直径贮罐的组装	189
第九节	层板高压容器制造工艺	195
第十节	有色金属结构制造工艺	201
第七章	焊接工艺	216
第一节	焊接工艺基本知识	216
第二节	常用钢种焊接材料选用	219
第三节	电弧焊工艺	227
第四节	埋弧焊工艺	232
第五节	工业纯钛焊接工艺	234
第六节	铁素体低温钢结构焊接	235
第七节	碳弧气刨工艺	236
第八章	预防焊接变形及焊后变形矫正	240
第一节	焊接构件变形的特点、形式和因素	240
第二节	金属结构焊接变形的预防	243
第三节	构件焊接后变形的矫正	259
第九章	胀接、热套、爆炸贴合及衬胶结构制造工艺	266
第一节	胀接结构制造工艺	266
第二节	热套结构制造工艺	282
第三节	爆炸贴合制造工艺	288
第四节	结构衬胶制造工艺	291
第十章	铆接结构制造工艺	296
第一节	铆钉的种类、用途及材料	296
第二节	铆接种类与形式	298
第三节	铆接工艺	301
第四节	敛缝工艺	307
第五节	铆接质量缺陷及处理方法	309
第十一章	金属结构制造质量检验	312
第一节	备料工件检验	312
第二节	装配质量检验	314
第三节	探伤质量检验	317
第四节	压力试验检验	320
第五节	喷涂油漆检验	328
第十二章	金属结构包装工艺	330
第一节	结构包装基本工艺规程	330
第二节	裸体包装工艺	333

第三节 箱内包装工艺.....	342
附 录.....	347
1. 热轧等边角钢的规格.....	347
2. 热轧不等边角钢的规格.....	349
3. 热轧普通槽钢的规格.....	351
4. 热轧普通工字钢的规格.....	353
5. 弧弦计算.....	354
6. 世界主要国家钢号对照.....	357

第一章 金属结构制造工艺概述

第一节 金属结构制造的基本内容

金属结构制造工艺是金属结构制造全过程的主要专业工序流程和制造方法。在一些大批制造金属结构的工厂，由于流水作业和机械化程度较高，从事金属结构制造的工人较多。在制造全过程中，各个工序进行着不同的专业分工，有的是单工序独立操作，有的是由两三个工序合并作业。在小批量金属结构生产的单位，一般对整个作业工序不进行较细的工序分工，而是一包到底，全面承制。

在金属结构中，钢结构为数较多，有色金属结构较少，而混合材料的结构则更少。所谓金属结构就是由钢板和型钢等钢材，采取铆、焊、胀、热套和螺栓等联接而成的结构。而有有色金属结构是由有色金属采取上述工艺方法联接而成的。混合材料的结构是由钢材、有色金属、铸锻件或其它少量的非金属材料制成的结构。

随着科学技术的发展，特别是金属冶炼和轧制金属材料生产技术的不断改进，生产量的扩大和品种规格的增多，金属结构的生产技术也相应的日益提高。随着金属结构品种、规格的增多、质量的提高、用途不断扩大，金属结构不仅取代了大量的木器结构和混凝土结构，而且代替了许多铸锻件。它已经广泛地应用于采矿、冶炼、石油、化工、交通运输、房屋建筑和机器制造等各个领域。

随着工业生产和技术的不断发展，在金属结构制造工艺方法上，已由笨重的手工操作逐渐向机械化和自动化发展。如电子计算机放样、数控和光电跟踪切割、自动钻钻孔、铆接机铆接、爆炸贴合及电磁成形等新技术，已在金属结构制造中逐步被采用。

第二节 金属结构的分类

由于金属结构的用途不同，它的结构形式、使用的原材料和制造工艺方法亦各不相同。在金属结构制造中，分类方法较多。由于分类方法不同，所得出的类别也不一样，现简略介绍如下。

1. 按金属结构的用途分 可分为采矿设备结构、冶金设备结构、石油化工设备结构、机械设备结构、吊运起重设备结构、建筑结构和民用器具结构等……

2. 按金属结构形式分 大致分为钢制结构、有色金属结构、钢材和有色金属及铸锻件混合制成的混合结构等。

以上两类中，还可分为：板材结构，即以板材为主体制造的金属结构。如电机座、箱形梁、贮罐、运输油罐、石油和化工用的各种换热器、塔器等；型材结构，以型材为主体制造的金属结构，如电塔、电架、桥梁、屋架等；板架结构，以板材、型材混合制成的混合结构，如各种船舰、飞机、车辆等。

3. 按金属结构的联接类型分 主要分为铆接结构、焊接结构、铆焊混合结构和螺栓

联接结构四大类型。此外还有胶接结构、咬口联接结构、胀接结构和热套、爆炸贴合等联接结构。本书以后各章节所涉及的金属结构有关名称，将按这几种方法分类。

第三节 金属结构的特点

一、金属结构的主要特点

材料选用方便、机械性能稳定、使用可靠。由于金属结构主要是采用品种、规格甚多的板材和型材，其机械性能是稳定的，因此在金属结构设计时容易选取所需要的金属材料，其结构具有重量轻、制造方便、成本低、强度好、质量可靠等优点。

二、通过多种制造工艺进行生产

根据金属结构制造厂的作业条件、生产规模的不同，可以组织流水作业和机械化、自动化生产，也可以采取手工操作和机械化相结合的生产方式。对小批量生产或作业条件差的工厂，亦可采取手工操作。

三、可代替大型铸锻件，降低成本

金属结构的优点是节省工时、材料和大型专用设备，制造生产周期短、成本低。由于使用的材料和制造工艺的特点，一般来说，任何几何形状复杂的金属结构件，都可采用铆焊工艺方法制造出来。有些难以铸锻的大型零件，亦可用金属代替。如大型水压机、油压机、大滚圆机等的立柱、横梁等多是采用焊接结构代用的。

四、可代替木结构和混凝土结构

如屋架、桥梁等。其结构强度高、使用寿命长、坚固耐用可靠。

金属结构除了具有以上各种优点外，也存在焊接结构的内应力较大、构件易锈蚀等缺点。因此在制造和使用时应分别采取消除应力和防锈、防腐蚀等保护措施。

第四节 金属结构的应用

金属结构是目前工业上应用最为广泛的结构形式。下面将金属结构中的铆接结构、焊接结构、铆焊混合结构和螺栓联接结构的应用，叙述如下：

1. 铆接结构 指用铆钉联接的金属结构。它是金属结构制造中，最早采用的联接形式。在焊接技术还没有在金属结构中得到广泛应用时，对于桥梁、船舶、锅炉、化工炼油设备及铁路运输车辆结构等，大都采用铆接结构形式进行制造。

目前焊接技术日趋完善，得到了广泛的应用。虽然铆接结构越来越多地被焊接结构所替代，然而仍有大量的构件需用铆钉联接制造。如震动较大的钢桥主梁、铁路车辆承重的主要部位、飞机上的构件等。铆接技术随着科学技术的发展，也在不断的革新、提高和完善。因此，铆接结构在实际应用中，仍具有一定的适用意义。

2. 焊接结构 指用焊接工艺方法联接的金属结构。这种结构是目前应用最为广泛的一种结构形式。随着焊接技术的不断发展和完善，人们在实践中发现，它比铆接结构有许多优点。如节省钢材、质量高、密封性好、作业程序简化、劳动强度低、生产效率高。所以在工业生产上得到了广泛地应用。但焊接结构在焊接中，也存在着容易形成构件变形和产生内应力等缺点，会影响到构件质量。长期制造实践表明，采取相应有效的工艺措施，可使其缺点

逐步得到克服。

3. 铆焊混合结构 指大部分采取焊接形式, 特殊部位采取铆接形式的金属结构。由于生产技术的发展, 目前完全采用铆接形式制造的结构, 已逐步减少了。在实际操作中, 为弥补焊接结构中存在的内应力和焊接变形的缺点, 同时它方便现场安装时的找正工作, 有时也采用铆焊混合的形式。如大型吊车安装时两主梁的联接等。

4. 螺栓联接结构 指采用螺栓将构件之间紧固成一体的联接形式。螺栓联接同铆接和焊接相比较, 其特点是: 安装与拆卸都比较方便, 但容易松动, 要经常维护。

第五节 金属结构与制造

在金属结构制造过程中, 应采取有效的工艺方法, 确保按照设计规定和要求进行制造。在图样设计时, 应考虑结构合理、制造方便、节省材料、降低成本、使用安全、适用性强等基本原则。尽管如此, 在金属结构制造中, 仍可出现设计的结构形式和技术要求与制造工艺发生矛盾。在比例举几个典型实例供在设计时参考。

一、膨胀节与防冲环板的结构形式

在没有膨胀节的结构中, 有的图样将防冲环板焊在筒体内径的筒壁上, 如图1-1所示。由于管束中的折流板直径与筒体内径之差只有3~4毫米, 这就造成了穿好的管束无法装入筒体内的困难。

1. 筒体制造工艺 根据设计结构形式和技术要求, 首先将膨胀节与筒体进行整体组装焊接好, 其环焊缝需经探伤检验合格后, 才能将膨胀节的防冲环板组焊在筒体内壁上, 然后将管束装入筒体内。

2. 管束制造工艺 换热管、固定管板、折流板等的组装, 一般在筒体外部单独进行(其管束穿装工艺, 详见第九章有关管束结构制造)。管束穿好后, 拉入筒体内与另端活动管板及筒体联装。如果将防冲环板组焊在筒体内壁上, 减小了筒内径, 就会使穿好的管束无法拉入筒体内。

3. 如果采取折流板在筒体内立放, 与固定管板连接, 在筒体一端外部进行逐根穿管方法, 即使各折流板孔位加工的再准确, 但由于折流板在筒内有一定自由缓冲量, 会造成各折流板间的孔位偏移, 又因筒壁的隔绝而无法调整所穿的各根管端。所以, 难以达到换热管逐根穿入。

4. 如采取图1-1中A的(放大节点图)结构形式, 即防冲环板与膨胀节直接连焊, 使防冲环板的内径与筒体内径平齐, 便可顺利地穿装管束。

二、进气口防冲板的结构形式

若将进气管内的防冲板曲制成槽形, 直接焊在接管口内侧的筒体内壁上, 如图1-2所示, 会造成管束无法装入筒体内。

1. 原因 由于定距拉杆是与管板1连接的, 因此整个管束必须以管板1为主体, 进行穿管。当穿好的管束向筒体内拉入时, 每块折流板必须经过防冲板2, 但筒体内的防冲板需先焊好才能装管束, 而焊后的防冲板又超出了折流板的外径, 使各折流板无法通过, 管束无法装入筒体内。

2. 改变结构的设计方法 改变结构设计方法有两种, 一种方法是, 如果防冲板必须

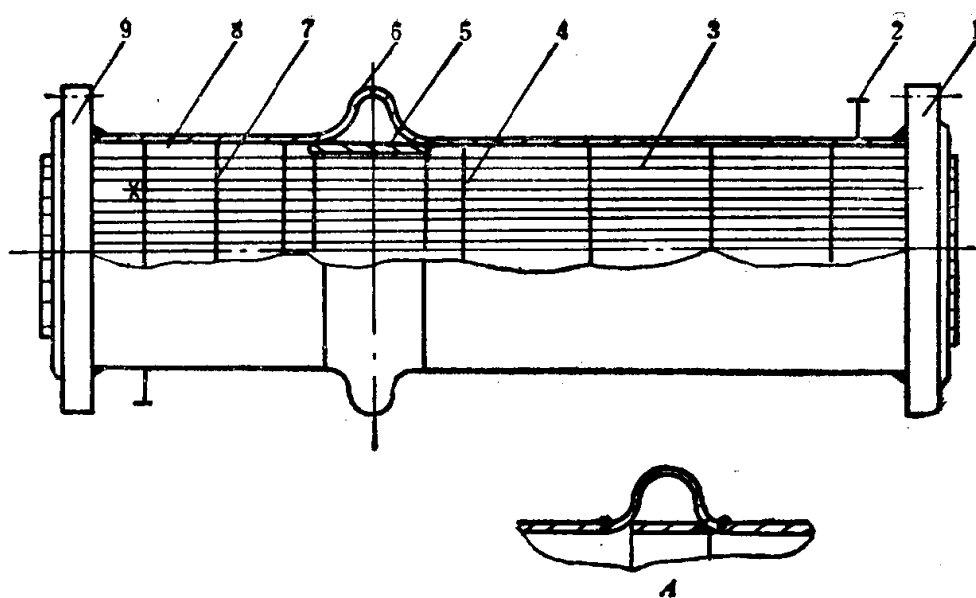


图 1-1 膨胀节与防冲环板结构形式

1. 固定管板 2. 接管法兰 3. 换热器 4. 折流板 5. 防冲环板
6. 膨胀节 7. 定距管拉杆 8. 壳体 9. 末端管板

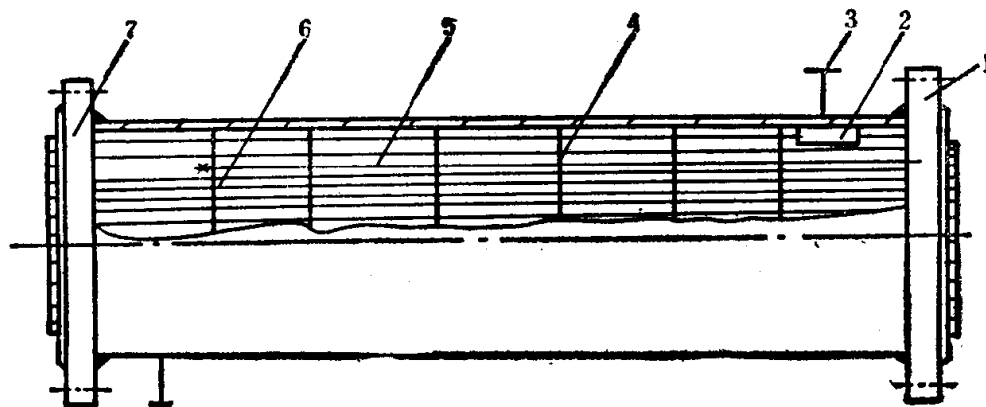


图 1-2 防冲板与筒体连接形式

1. 固定管板 2. 防冲板 3. 接管法兰 4. 折流板 5. 定距拉杆 6. 换热管 7. 末端管板

焊在筒体内壁上，应将定距拉杆与末端管板7固定连接，进行以管板7为主体穿管束，使穿好的管束拉入筒体时，各折流板不通过防冲板，即可顺利地将管束装入筒体内。另一种方法是：如果定距拉杆必须与固定管板1连接，应将定距拉杆的位置适当地排列，将防冲板改成直板或按管束进气口处的截面形状，制作成敞口槽形，直接焊在定距拉杆中的该段定距管和邻近的折流板上。

三、有热处理要求的混合金属结构的设计

混合金属结构，焊接后要求做消除应力热处理时，在图样设计时应考虑和分析各种钢焊后消除应力热处理的温度界限。如果选用的材料不当，就会给制造带来很大的困难，甚至无法制造。如图1-3中所示的结构形式，其主要结构材料和设计要求分述如下：

1. 主要结构材料和规格

- (1) 筒体材料15CrMo，筒体直径 $\phi 1600$ 毫米，壁厚16毫米。

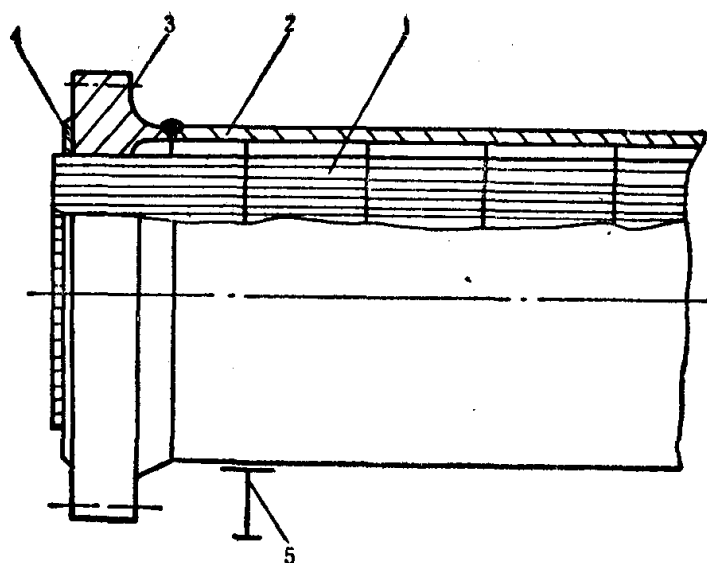


图 1-3 异种钢热处理结构

1. 不锈钢换热管 2. 筒体 3. 管板 4. 管板堆焊层 5. 接管法兰

(2) 两端管板材料12CrMo, 并在密封面一侧加焊堆焊层, 其堆焊层材料为1Cr18Ni9Ti。

(3) 换热管材料为1Cr18Ni9Ti, 截面规格 $\phi 25 \times 2.5$ 毫米。

2. 结构形式和技术要求

(1) 筒体与管板连接采用外侧单面坡口焊。

(2) 换热管与管板连接采取强度密封焊。

(3) 筒体与管板连接的环焊缝, 设计要求焊后应进行消除应力热处理。

3. 结构制造

(1) 根据图样规定, 其材料、结构形式在组装、焊接上都无困难, 都能按照要求的各项规定进行制造。

(2) 当结构制造完成后, 对管板与筒体连接的环焊缝, 做消除应力热处理时, 出现了困难和矛盾。

1) 根据压力容器结构制造标准规定, 对其结构中12CrMo和15CrMo的金属材料, 焊前要预热150~200℃, 焊后必须对所有对接焊缝进行消除应力热处理。15CrMo钢的消除应力热处理温度界限为680~720℃, 而1Cr18Ni9Ti换热管及堆焊层消除应力固熔热处理温度必须控制在1050~1150℃, 才能保持耐蚀性能。

2) 若按15CrMo钢温度界限做消除应力热处理, 而1Cr18Ni9Ti的换热管及堆焊层正处在敏化状态, 失去了抗腐蚀性能, 会减少和缩短结构的使用寿命。对15CrMo钢, 不允许按1Cr18Ni9Ti的热处理温度进行焊缝消除应力热处理, 因为这样会破坏CrMo钢的机械性能。

4. 修改设计

上述问题, 由于是在结构制造工艺准备中发现的, 经过全面分析, 认为将筒体15CrMo钢板改用16MnR (筒体不受高温和耐腐蚀限制)。取消消除应力热处理, 完全能达到使用上的要求。因为16MnR钢板厚度小于或等于16毫米时, 按“规定”其对接焊缝可不作消除应力热处

理。使该项产品得以顺利投产制造。

第六节 金属结构制造工艺流程

金属结构的制造，要经过多道工序和较多的工种配合，甚至需有许多工厂的配套与协作。在同一单位的制造过程中，由于工序多，前后制造顺序不同，应首先对各制造工艺流程的顺序，做出周密的安排。编制制造流程的工艺文件，应尽量减少各零部件往返加工制造的运转次数，加快制造速度。

对结构复杂、制造难度大、精度要求高的构件，在制造中需采取相应的工艺装备、胎夹具时，应在未投产前首先设计、制造工艺装备，并编制出有一定指导性的工艺文件，以便在投产制造过程中，各个部门按照工艺文件规定，对工件制造流程、顺序、精度要求及工艺装备的使用方法等，进行有秩序的加工、制造和检验，以保证产品顺利完成。

金属结构制造过程是全厂性的协作，对车间、工段、班组都有一定的工艺分工，不论产品品种多少、结构的繁简、生产规模的大小，其制造工艺过程是基本相同的。其主要制造工艺流程如图1-4所示。

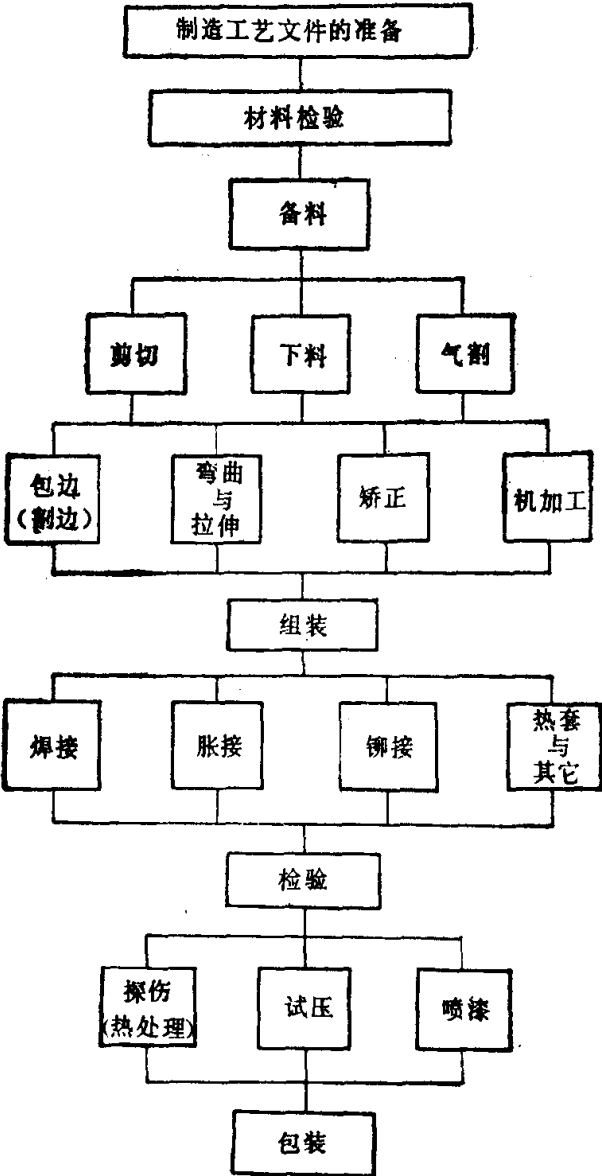


图 1-4 金属结构制造主要工艺流程

第二章 金属材料及热处理

在金属结构制造过程中，只有了解和掌握常用金属材料的基本知识，才能更好地选材和用料。金属材料的机械性能，对金属结构制造也很重要。材料的强度、弹性、塑性、硬度以及冲击韧性等，对结构制造中的选材、焊接、矫正和零部件热处理，都有一定的指导作用。

第一节 金属材料机械性能

一、强度

金属材料的强度，分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。金属材料在外力作用下，所引起的尺寸和形状的改变，称为“变形”。可分为压缩变形、拉伸变形、剪切变形和弯曲变形等。图2-1中所示的是金属材料在不同的载荷作用下，所产生的变形示例。

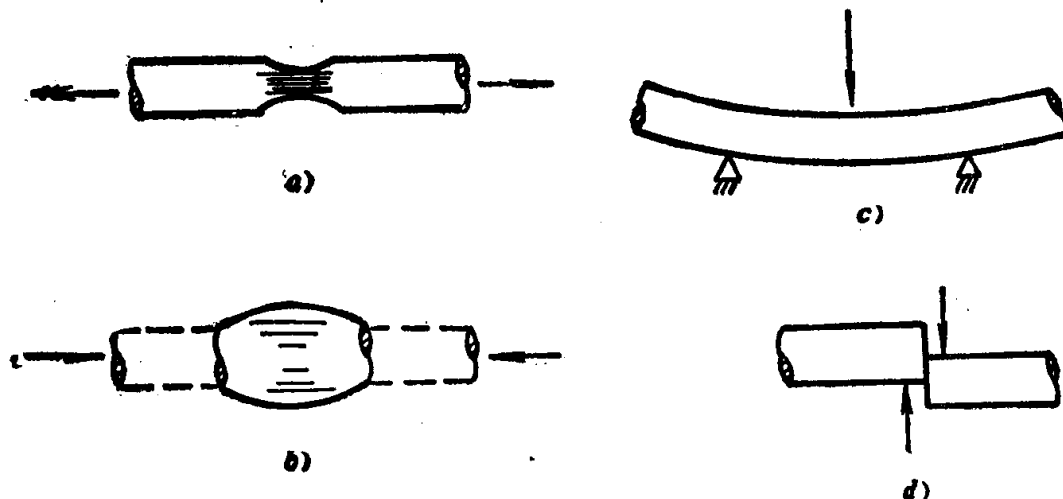


图 2-1 材料受力变形形式
a) 拉伸 b) 压缩 c) 弯曲 d) 剪切

二、弹性与塑性

金属材料在外力作用下要发生变形。若将外力解除，其变形又完全恢复原来形状，这种变形称为“弹性变形”。金属材料的这种性质，叫做“弹性”。

金属材料受外力作用，产生的永久变形，仍保持材料不受破坏的状态，称为“塑性变形”。它的这种性质，叫做“塑性”。

三、硬度

硬度是指材料抵抗硬物压入表面的能力。常用的硬度标准是布氏硬度和洛氏硬度两种。试验材料硬度的大小，需经打硬度的仪器来测量。也可用挫刀和淬火等工艺方法，来测量金属材料硬度的大约数值。

四、冲击韧性

冲击韧性是材料抵抗冲击的能力。冲击韧性的测定，是在冲击试验机上进行的。冲击载

荷的破坏能力，要比静载荷大得多。因此，制造冲击力较大的工件，需选用具有良好冲击韧性的金属材料。

第二节 钢 的 分 类

一、炼钢分类

1. 转炉钢 采用转炉炼出来的钢，称为“转炉钢”。按其炉衬材料，分为酸性转炉钢和碱性转炉钢；按其送风方法又分为底吹转炉钢、侧吹转炉钢和纯氧顶吹转炉钢。

2. 平炉钢 采用平炉炼出来的钢，称为“平炉钢”。按其炉衬材料分为酸性平炉钢和碱性平炉钢。

3. 电炉钢 采用电炉炼出来的钢，称为“电炉钢”。按其炉衬材料分为酸性电炉钢和碱性电炉钢。

4. 沸腾钢和镇静钢 主要是用铸铁在转炉或平炉中熔炼出来的。在溶炼过程中，多余的碳和有害杂质被烧尽。熔炼后直接浇注在钢锭模内的钢叫“沸腾钢”。为了改善钢的质量，可附加一些锰和铝的脱氧剂，将钢在盛钢桶内放置一定的时间，使脱氧剂保持钢内所需温度，并从钢中吸取氧，减少煤气量。采取这种方法浇注的钢叫“镇静钢”。

镇静钢的孔隙比沸腾钢少，具有较均匀的细粒组织结构，有害氧化物的含量也较少。所以镇静钢比沸腾钢质量好。

二、碳素钢的分类

1. 低碳钢 含碳量在0.25%以下的钢，称为“低碳钢”。它的强度较低，而塑性和可焊性好。常用在各种结构件、冲压件以及受力不太大的零件制造过程中。

2. 中碳钢 含碳量在0.25~0.6%之间的钢，称为“中碳钢”。它具有较高的强度，而塑性和可焊性稍差。常用制造各种机械零件和压力较高的化工、炼油等各种受压力容器结构。但制造较厚壁容器结构时，需在焊接前加温预热到150~250℃，重要的构件焊后需作消除应力热处理。

3. 高碳钢 含碳量大于0.6%的钢，称为“高碳钢”。它的强度和硬度较高，但塑性和

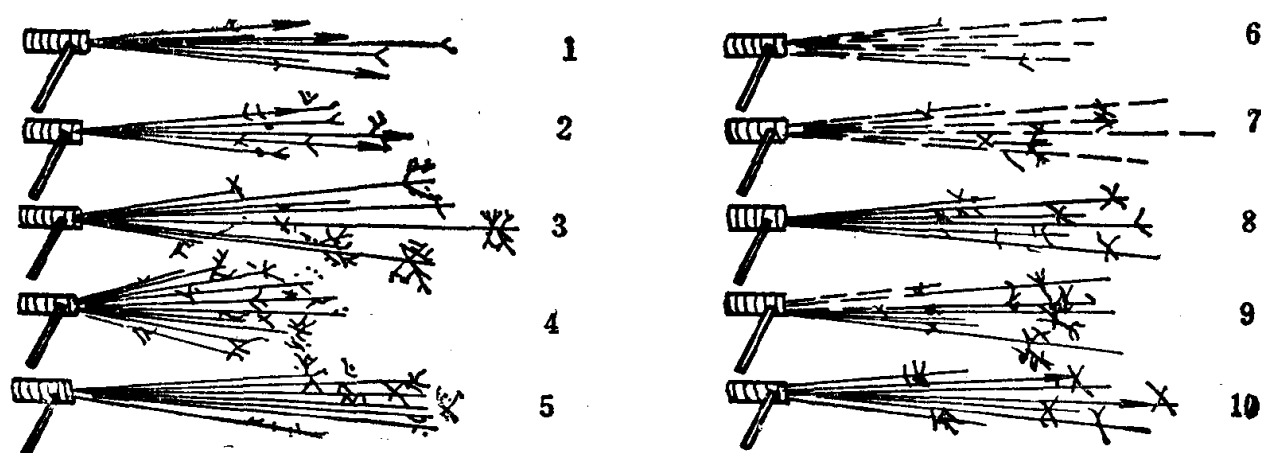


图 2-2 各种钢的火花形状及色别

1. C=0.12%(麦草黄色) 2. C=0.5%(亮黄色) 3. C=0.9%(亮黄色) 4. C=1.2~1.4%(白色)
5. Mn=10~14%(光亮黄色) 6. 高速钢 W=10%、Cr=4%、C=7%(暗红色) 7. 钨钢 W=13%
(暗红色) 8. 砂钢(亮黄色) 9. 铬锰钢 10. 铬镍钢 Ni=3~4%、Cr=1%(黄色)

可焊性差。经适当热处理后，有很高的硬度和耐磨性。常用来制造各种工具、刃具、模具和一些要求具有耐磨性的零件。

4. 各种钢的简易鉴别 各种钢可采取砂轮打磨法鉴别。用砂轮磨削时，根据钢件所产生的火花，可大概地鉴别出钢的含碳量、主要化学成分和钢的种类。具体鉴别方法参见图2-2。

第三节 常用钢材种类、性能及用途

一、常用甲类、乙类和特类普通碳素钢及其主要用途参见表2-1

表 2-1 普通碳素钢及其用途

碱性平炉钢			碱性转炉钢			酸性转炉钢		用 途
甲类	乙类	特类	甲类	乙类	特类	甲类	乙类	
A1 A1F								载荷小的零件、垫块、铆钉、垫圈、地脚螺栓、冲压零件等
A2 A2F	B2 B2F	C2 C2F	Aj2 Aj2F	Bj2 Bj2F	Cj2 Cj2F			拉杆、套圈、铆钉、螺栓、短轴、心轴、吊钩、垫圈及焊件等
A3 A3F	B3 B3F	C3 C3F	Aj3 Aj3F	Bj3 Bj3F	Cj3 Cj3F	As3 As3F	Bs3 Bs3F	用于压力不大的零部件、螺母、螺钉、气缸、齿轮、轴及压力不大的容器结构
A4 A4F	B4 B4F	C4 C4F	Aj4 Aj4F	Bj4 Bj4F	Cj4 Cj4F	As4 As4F	Bs4 Bs4F	转轴、心轴、吊钩、螺母、螺栓、其它强度不太高的焊件
A5	B5		Aj5	Bj5	Cj5	As5	Bs5	转轴、心轴、销轴、链轮、方钢轨、螺栓、螺母及强度不大的焊接件
A6	B6		Aj6	Bj6				转轴、心轴、齿轮、离合器、要求强度不高的零件

二、常用优质碳素钢及其主要用途参见表2-2

表 2-2 常用优质碳素钢性能及用途

序号	钢 号	主 要 化 学 成 分 (%)			性 能	用 途
		C	Si	Mn		
1	10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65	屈服和抗拉强度较高塑性和韧性好	在冷态下易模压成型一般用于拉杆、钢管、铆钉等
2	15	0.12~0.19	0.17~0.37	0.35~0.65	塑性、韧性、可焊性好	用于压力不太大的零件，如法兰、螺栓等
3	20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	强度较高、塑性、韧性和可焊性好	用作轴、轴套、螺栓钢管等
4	25	0.22~0.30	0.17~0.37	0.5~0.8	同 上	同 上
5	30	0.27~0.35	0.17~0.37	0.5~0.8	经淬火、回火后有较高的强度和韧性	用作轴、套、螺栓螺母等
6	35	0.32~0.4	0.17~0.37	0.5~0.8	经淬火或正火处理，强度高、可焊性差	同 上

续表

序号	钢 号	主要化学成分(%)			性 能	用 途
		C	Si	Mn		
7	40	0.37~0.45	0.17~0.37	0.5~0.8	具有较高强度, 可焊性差	用作强度较高零件如轴等
8	45	0.42~0.5	0.17~0.37	0.5~0.8	硬度高、一般需经调质热处理后使用	同 上
9	15Mn	0.12~0.19	0.17~0.37	0.7~1	属高锰低碳钢, 韧性与15号钢相似, 可焊性好	可用作凸轮、轴、齿轮、联轴节等
10	20Mn	0.17~0.34	0.17~0.37	0.7~1	同 上	同 上
11	30Mn	0.27~0.35	0.17~0.37	0.7~1	冷变形塑性尚好, 可焊性为中等	同 上
12	50Mn	0.48~0.56	0.17~0.37	0.7~1	强度、硬度均高, 可焊性差	用作齿轮、驱动轴等
13	60Mn	0.57~0.65	0.17~0.37	0.7~1	强度高、淬透性差、淬火时易裂纹	用作大直径螺旋、板簧等
14	70Mn	0.67~0.75	0.17~0.37	0.7~1	同 上	同 上

三、常用普通低合金结构钢、常用碳素工具钢及其主要用途参见表2-3和表2-4

表 2-3 常用普通低合金结构钢

钢 号	主要化学成分(%)			应 用 举 例
	C	Mn	Si	
09MnV	≤0.12	0.6~1.2	0.2~0.6	用于螺旋焊管、拖拉机轮、钢结构等
12Mn	≤0.16	1.1~1.5	0.2~0.6	用于中、低压容器、贮罐、输油管等
16Mn	0.12~0.2	1.2~1.6	0.2~0.6	用于石油、化工压力容器、锅炉结构等
16MnR	0.12~0.2	1.2~1.6	0.2~0.6	具有16Mn应用外, 可用于-40℃低温设备
15MnV	0.12~0.18	1.2~1.6	0.2~0.6	用于中、高压容器、车辆、桥梁、起重、船舶等
15MnTi	0.12~0.18	1.2~1.6	0.2~0.6	同 上
15MnVN	0.12~0.2	1.2~1.6	0.2~0.5	用于大型罐车、球型罐等

表 2-4 常用碳素工具钢

钢号	主要化学成分(%)					用 途
	C	Si	Mn	Cr	Ni	
T7	0.65~0.74	0.15~0.35	0.20~0.40	≤0.25	≤0.2	用于韧性较强工具等。如手铲、风铲、冲子、大产耗杆等
T8	0.75~0.84	0.15~0.35	0.20~0.40	≤0.25	≤0.2	
T10	0.95~1.04	0.15~0.35	0.15~0.35	≤0.25	≤0.2	
T12	1.15~1.24	0.15~0.35	0.15~0.35	≤0.25	≤0.2	

四、常用不锈钢及其用途参见表2-5。

五、钢号中元素名称及代表符号见表2-6。

六、钢号头、尾字母代表内容见表2-7。