

焊接结构设计手册

中国机械工程学会焊接学会 编
焊接结构设计与制造(XV)委员会



机械工业出版社

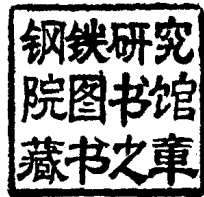


TG 404-62
Z 66

焊接结构设计手册

中国机械工程学会焊接学会
焊接结构设计与制造(XV)委员会 编

627/11



机械工业出版社

219255

主要内容：第一篇全面介绍了焊接结构设计基础知识（材料、检验、焊接应力变形、焊接接头计算等）；第二篇主要介绍了焊接基本构件（梁、柱、桁架、容器、壳体等）的构造和设计方法并附有实例；第三篇介绍了各种典型结构（机械结构、起重机、容器、机车车辆、建筑结构、船舶等）的设计原则、常用材料、使用特征及生产工艺要点等。全书计有插图1300余幅。

本手册系由焊接学会组织有关专业专家编写的，取材资料丰富，数据可靠，实用性强。

读者对象：主要供各工业部门中从事焊接结构设计与制造的工程技术人员使用，也可供大专院校中与焊接结构设计、制造有关的各工科专业师生参阅。

焊接结构设计手册

中国机械工程学会焊接学会 编
焊接结构设计与制造(XV)委员会

责任编辑：方婉莹 版式设计：张世琴
封面设计：田淑文 责任校对：熊天荣
责任印制：王国光

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 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $47 \frac{1}{2}$ · 插页 2 · 字数 1480 千字

1990年3月北京第一版·1990年3月北京第一次印刷

印数 0,001—3,585 · 定价：39.50元

科技新书目：209—008

ISBN 7-111-01285-2/TG · 318

主编 周浩森

主审 田锡唐 李德滋

编委 (姓氏笔划序)

冯先荣 朱 谦

陈祝年 宗听聪

周浩森 徐希文

前 言

焊接结构的广泛应用说明它具有巨大的优越性。但是,由于焊接结构具有一系列特征,如果不掌握并按照这些特点进行设计,往往不能充分发挥其优越性,不能满足使用要求甚至造成事故,这类事例是不胜枚举的。另一方面,现代科技与工业的高速发展,又迫切要求扩大焊接结构的应用范围,提高它的可靠性与合理性,降低它的自重与成本。在这方面,国内外各行业中确实有许多成功的经验,值得总结推广。为此,世界上各工业先进的国家如:美、苏、英、联邦德国、民主德国等均已先后编写出版了有关焊接结构方面的手册。我国虽已出版了若干种焊接手册,但均属工艺设备范畴。由焊接学会焊接结构设计与制造委员会负责组织编写的《焊接结构设计手册》填补了这一空白。

使焊接结构设计人员能够正确地进行设计;交流各行业间焊接结构设计经验;同时为了使从事焊接结构生产的工艺人员能更好地了解焊接结构的设计和依据,是编写本手册的主要目的。

我们编写本手册的原则是:

(1) 焊接结构设计手册应着重阐明焊接结构的构造和制造工艺特点、强度特点以及焊接结构在满足安全性、工艺性、经济性等方面要求的途径,并在此基础上介绍焊接构件及结构的设计方法和程序。它不同于也不应取代各专业设计手册,然而在焊接结构特性及有关技术资料方面,起到补充各专业手册的作用。

(2) 希望本手册能起到沟通、交流各行业的焊接结构的特征和经验的作用。

(3) 本手册不同于规范,我们以介绍成熟的经验为主,同时引入先进的观点和方法,适当地进行理论分析,并据此提出方法、措施、适用场合等。为实用起见,还编入了一些必要的资料及插图。

本手册第一篇至第三篇内容互有联系,组成一整体,但又有相对独立性,读者可根据需要参阅其中一部分章节。由于各章有相对独立性,为使其叙述得完整及便于读者使用,各章节部分内容难免有一些重复。

由于目前我国还没有适用于各行业的名词术语与物理量符号,编写时我们注意了尽可能使其统一,但为照顾到各行业的习惯用法,在本手册一些章节中(特别是第三篇),仍应用了部分行业中的习惯名词与符号。

尚须说明一点,有些行业中有关焊接结构的设计规范目前正在修订中,至本手册发稿时新规范还没有公布,因而本手册中部分内容仍引用了老规范,请读者在新规范正式批准采用后注意修正。

本手册编著者为:周浩森(绪论、第四、八章及第五章中一部分);周维愚(第一、十二、十五章及第五、六章中一部分);潘延陵(第二、十六章);汪建华(第三章);高瑾如(第六、十四章中一部分);王怡之(第七章);宗听聪(第九章及第十七章中一部分);陈庆棠(第十章及第十七章中一部分);周国梁(第十一章);叶瑞汶(第十三章);张荣康(第十四章中一部分);王肇民(第十七章一部分);李传曦(第十八章)。

各篇的编审负责人是：徐希文、周浩森(第一篇)；冯先荣、宗听聪(第二篇)；朱谦、陈祝年(第三篇)。

在本手册组织编写过程中，曾得到徐碧宇、陈楚、苏毅、金晓玲等同志的热情指导和支持；金鑫、卢子昆同志在整理稿件过程中做了大量工作，谨此表示诚挚的谢意。

由于这种形式的手册，在我国系首次编写，不足之处在所难免，恳请广大读者指正。

中国机械工程学会焊接学会
焊接结构设计与制造(XV)委员会

1987. 12月

目 录

前言

绪论	1
----	---

第一篇 焊接结构设计基础

第一章 焊接结构材料	5	容许应力	30
第一节 金属材料	5	一、建筑钢结构	30
一、金属材料的分类	5	二、起重机金属结构	32
二、金属材料的选择原则	6	三、铁路钢桥结构	35
三、强度钢	8	第四节 结构设计方法概述	43
四、耐热钢	10	第五节 容许应力法和概率设计	
五、低温钢	12	法简介	43
六、不锈钢	14	一、容许应力法	43
七、复层钢	15	二、全概率设计法及近似概率设计法	44
八、耐候钢	16	参考文献	46
九、钛和钛合金	17	第三章 焊接应力与变形	47
十、铝和铝合金	18	符号说明	47
十一、镍和镍合金	19	第一节 焊接应力与变形的产生原因	47
十二、铜和铜合金	20	一、焊接温度场	47
第二节 焊接材料	21	二、内应力、焊接应力	48
一、焊接材料的分类	21	三、焊接应力与变形的形成过程	49
二、焊条	21	四、影响焊接应力与变形的的主要因素	50
三、焊丝	23	第二节 焊接残余变形及其估算	50
四、焊剂	23	一、焊接变形的分类	50
五、管状焊丝	23	二、焊接变形对结构的影响	50
参考文献	24	三、焊接变形的估算	51
第二章 容许应力	25	第三节 焊接残余变形的预防和	
符号说明	25	矫正	55
第一节 母材的容许应力	25	一、设计措施	55
一、建筑结构用钢	25	二、工艺措施	56
二、起重机结构件用钢	26	三、焊接变形的矫正	58
三、铁路桥梁结构用钢	27	第四节 焊接残余应力及其影响	58
四、船体结构用钢	28	一、焊接残余应力的分布	58
五、压力容器用钢	28	二、残余应力对结构性能的影响	62
第二节 焊缝的容许应力	28	第五节 焊接残余应力的调节和	
一、确定焊缝容许应力的原则	28	消除	63
二、焊缝容许应力	28	一、设计措施	63
第三节 母材及焊接接头的疲劳		二、工艺措施	64

三、消除残余应力的必要性	65	四、氢脆	129
四、焊后消除内应力的方法	65	第三节 腐蚀破坏	132
第六节 焊接残余应力的测定	66	一、腐蚀原理	132
一、机械方法	66	二、腐蚀形态及防止	132
二、物理方法	68	三、腐蚀的设计控制	135
参考文献	69	第四节 疲劳破坏	136
第四章 焊接接头的设计与计算	70	一、疲劳破坏	136
符号说明	70	二、疲劳方式和特征	137
第一节 焊接接头的基本概念	70	三、疲劳断裂的设计控制	143
一、焊接接头的作用与组成	70	第五节 焊接结构的安全可靠性	151
二、影响焊接接头性能的因素	70	一、失效分析	151
第二节 焊接接头的型式	71	二、焊接结构分类	152
一、熔化焊接头	72	三、用可靠性概率设计理论设计 焊接结构	153
二、熔化焊的特种接头	74	四、建立完整的焊接结构强度概念	154
三、电阻焊接头	77	参考文献	155
四、特种焊接头	78	第六章 焊接结构的生产过程	156
第三节 焊接接头的设计与计算	80	第一节 焊接结构生产过程简介	156
一、焊接接头的设计要点	80	一、工艺流程方框图	156
二、焊接接头强度计算	83	二、主要工艺过程	156
三、铆焊联合接头	94	第二节 焊接结构的工艺性	160
第四节 铆钉和螺栓连接的计算	95	一、金属材料的焊接性	160
一、铆钉和普通螺栓连接	95	二、金属材料的选择和利用	160
二、高强螺栓连接	98	三、合理划分结构的零部件	161
第五节 焊接接头中的应力分布	99	四、合理的结构形式	161
一、对接接头中的应力分布	100	五、合理布置焊缝	161
二、正面角焊缝接头中的应力分布	101	六、合理的装配焊接顺序	161
三、侧面角焊缝接头中的应力分布	103	七、采用工夹具与胎架的可能性	162
四、正、侧面联合角焊缝接头中的 应力分布	104	八、选用先进的焊接方法与工艺	162
五、十字接头焊缝中的应力分布	106	九、组织批量生产	162
六、断续角焊缝中的应力分布	107	第三节 各种焊接方法的特点和 应用	162
七、点焊接头中的应力分布	108	一、焊接方法的本质和分类	162
参考文献	109	二、熔化焊接方法	162
第五章 焊接结构的破坏	110	三、固相焊接方法	171
第一节 概述	110	四、钎焊	173
一、焊接结构的破坏情况	110	第四节 某些结构的特殊工艺要求	175
二、焊接裂纹	111	一、耐蚀复合板结构的工艺要求	175
三、断裂力学的应用	113	二、低合金耐蚀钢结构的工艺要求	175
第二节 脆性断裂	118	三、高尺寸精度要求的构件的工艺要求	176
一、低温脆性断裂	118	参考文献	177
二、高温脆性断裂	123	第七章 焊接结构检验	178
三、中子辐照脆性	128		

第一节 焊接结构质量检验的

目的与过程 178

一、焊接结构检验的目的 178

二、焊接结构检验过程 178

第二节 焊接结构质量评价 178

一、焊接接头的质量要求 178

二、焊接接头质量的评价方法 180

第三节 焊接缺陷及检测方法 181

一、焊接缺陷种类和试验检测方法 181

二、焊接缺陷对接头性能的影响 181

第四节 焊缝中常见缺陷 181

第五节 无损探伤方法 182

一、概述 182

二、主要探伤方法 182

三、无损探伤的可靠性 188

第六节 焊接结构尺寸的控制与

检验 189

参考文献 192

第二篇 基本构件的设计与计算

符号说明 195

第八章 焊接梁 197

第一节 梁的功能与作用力 197

第二节 梁的形式 197

第三节 焊接梁的截面设计 199

一、梁高的确定 199

二、腹板尺寸的确定 200

三、翼缘板尺寸的确定 201

四、焊接梁截面的验算 202

第四节 梁的稳定性 204

一、整体稳定性 204

二、局部稳定性 206

第五节 变截面焊接梁 211

第六节 翼缘焊缝的设计 212

第七节 梁腹板开孔的设计 213

第八节 梁的扭转 214

一、自由扭转 215

二、约束扭转 219

第九节 焊接梁的拼接 221

一、工厂拼接 221

二、安装拼接 222

第十节 梁与梁的连接及梁与支

撑的连接 222

第十一节 梁的支承 224

一、梁的简单支承 225

二、梁的刚性支承 227

第十二节 梁的塑性设计 227

设计例题 228

第九章 焊接柱 233

第一节 柱的作用和构造 233

第二节 柱的截面型式 233

第三节 中心受压实腹柱的计算和

构造 233

一、中心受压实腹柱的整体稳定 233

二、中心受压实腹柱的局部稳定 238

三、中心受压实腹柱的设计步骤 240

第四节 中心受压格构柱的计算和

构造 241

一、强度计算 242

二、整体稳定计算 242

三、单肢稳定 242

四、刚度要求 242

五、缀条、缀板和横隔 242

六、设计步骤 243

第五节 偏心受压实腹柱的计算和

构造 245

一、强度计算 246

二、弯矩作用平面内的稳定 246

三、弯矩作用平面外的整体稳定 247

四、偏心受压实腹柱的局部稳定 253

第六节 偏心受压格构柱的计算和

构造 254

一、弯矩作用平面内的稳定计算 254

二、单肢稳定和缀材计算 256

三、弯矩作用平面外的稳定计算 256

四、刚度要求 256

第七节 柱与梁的连接 256

第八节 柱脚 258

一、中心受压柱的柱脚 258

二、偏心受压柱的柱脚 259

第十章 焊接桁架	262	组合	282
第一节 桁架的作用和形式	262	一、计算荷载	282
一、桁架的作用	262	二、内力组合	283
二、桁架的形式	262	第四节 框架的内力分析	284
第二节 桁架杆件的计算	263	一、分析原则	284
一、荷载分析	263	二、分析方法	284
二、截面型式选择	265	第五节 框架的稳定性	287
三、计算长度及容许长细比	267	第六节 框架节点	293
第三节 焊接桁架的节点计算	269	第十二章 焊接容器	296
一、节点设计原则	269	符号说明	296
二、节点计算	270	第一节 容器的种类及基本元件	298
第四节 焊接桁架的支座	274	一、容器的种类及其工作条件	298
一、平板支座	274	二、容器的基本组成	298
二、弧形支座	275	第二节 薄壁容器的设计与计算	298
三、辊轴支座	275	一、内压圆筒和球壳的计算	298
设计例题	275	二、外压圆筒和球壳的计算	307
第十一章 焊接框架	279	三、封头、变径段及平盖设计	318
第一节 概述	279	第三节 厚壁容器的设计与计算	330
第二节 框架的计算简图及有关 规定	280	一、单层厚壁圆筒的强度计算	330
一、计算简图	280	二、双层厚壁圆筒的强度计算	333
二、主要尺寸的确定	281	三、剖分式圆筒的强度计算	335
三、计算假定	282	四、厚壁容器顶盖和底盖的计算	335
第三节 框架的计算荷载及内力		参考文献 (第二篇)	336

第三篇 焊 接 结 构

第十三章 机械焊接结构	341	四、壁板孔对刚度的影响	359
符号说明	341	五、壁厚设计	361
第一节 机械结构的特点	341	六、断面形状畸变问题	363
一、结构特点	341	第四节 加强肋设计	364
二、刚度评定	342	一、常用加强肋	364
三、适用范围	343	二、对角肋	367
第二节 刚度设计	343	三、立柱加强肋	369
一、常用计算公式	343	四、床身加强肋	369
二、单位惯性矩设计法	346	第五节 联接结构的设计	372
三、按铸件设计焊接结构的方法	350	一、提高接触刚度的措施	372
四、按刚度条件设计焊接底座的方法	352	二、联接凸缘的设计	373
第三节 断面形状和壁厚设计	355	三、联接螺钉的设计	375
一、断面形状的经济性	355	第六节 提高动刚度和热刚度的 措施	378
二、断面形状设计举例	355	一、提高固有频率的措施	378
三、断面宽高比 b/h 的选择	359		

二、控制薄壁颤振的措施.....	380	三、容器材料.....	461
三、提高减振能力的措施.....	383	第二节 塔器.....	462
四、钢板-混凝土结构减振.....	387	一、概述.....	462
五、提高热刚度的措施.....	387	二、结构设计.....	462
第七节 机械结构焊接设计.....	392	三、设计计算.....	471
一、钢板预加工的技术要求.....	392	四、材料选择.....	477
二、机械结构的焊缝设计.....	396	第三节 球罐.....	479
三、机械焊接结构工艺设计.....	400	一、概述.....	479
第八节 机器大件焊接结构设计.....	407	二、结构设计.....	482
一、机器大件焊接结构类型.....	408	三、设计计算.....	490
二、机器大件焊接结构举例.....	409	四、材料选择.....	495
三、机器大件结构设计要点.....	419	第四节 反应釜.....	497
第九节 一般零件的焊接结构设计.....	423	一、概述.....	497
一、箱体.....	423	二、结构设计.....	497
二、壳体和筒体.....	425	三、设计计算.....	504
三、齿轮.....	427	四、材料选择.....	505
四、皮带轮和飞轮.....	428	第五节 换热器.....	505
五、轴承座及支架.....	432	一、概述.....	505
六、其它零件.....	436	二、结构设计.....	505
参考文献.....	437	三、设计计算.....	510
第十四章 起重机械.....	438	四、材料选择.....	512
第一节 概述.....	438	第六节 核反应堆容器.....	513
一、起重机分类.....	438	一、概述.....	513
二、起重机的基本参数和设计步骤.....	438	二、结构设计.....	513
三、起重机的工作类型.....	438	三、设计计算.....	521
四、荷载及其组合.....	440	四、材料选择.....	526
五、材料.....	443	参考文献.....	529
六、结构刚度的规定.....	443	第十六章 铁路车辆.....	531
第二节 典型起重机的焊接结构.....	443	第一节 铁路车辆概述.....	531
一、通用桥式起重机的焊接结构.....	443	一、分类及用途.....	531
二、造船厂大型龙门起重机的焊接门架结构.....	447	二、受力状态.....	531
三、岸边集装箱装卸桥.....	448	三、作用在车辆上的力的计算.....	531
四、汽车起重机伸缩臂架的焊接结构.....	449	四、材料.....	533
五、门座起重机.....	451	五、金属零件的容许应力.....	533
六、塔式起重机.....	456	第二节 车体钢结构.....	534
参考文献.....	460	一、车体的一般结构形式.....	534
第十五章 容器结构.....	461	二、车体承载特点.....	534
符号说明.....	461	三、车体计算.....	536
第一节 概述.....	461	四、铁路车辆中车体及底架结构形式举例.....	536
一、容器的应用.....	461	第三节 货车与客车.....	542
二、容器设计的基本要求.....	461	一、货车和客车车体中构件的断面	

形式和结点构造	542
二、中梁的合理断面形式	543
三、提高底架中、枕梁结点头盘区的可 靠性	545
第四节 罐车和凹底平车	546
一、罐车	546
二、凹底平车	550
参考文献	552
第十七章 建筑结构	554
第一节 高层建筑结构	554
一、高层建筑结构体系	554
二、高层建筑结构设计计算原则	558
三、抗震设计要点	560
四、构件截面型式和节点构造介绍	561
第二节 网架结构	566
一、平板网架的结构体系	566
二、平板网架设计	570
三、平板网架计算原则	572
四、网架结构的节点构造	572
五、网架结构的制造与安装	575
第三节 塔桅结构	578
一、塔桅结构的分类和应用	578
二、塔桅结构选型和构造	578
三、塔桅结构的计算原则	584
第四节 水工金属结构	586
一、水工金属结构范围和应用	586
二、闸门的类型	586
三、闸门的计算方法	586
四、平面闸门	593

五、弧形闸门	598
六、人字闸门	600
七、输水管道	601
参考文献	602
第十八章 船体焊接结构	603
符号说明	603
第一节 概述	603
一、船舶的主要性能和要求	605
二、船舶的分类	605
三、船体及其基本结构	608
第二节 船体钢材与焊接材料	613
一、船体钢材的要求	613
二、船体钢材的分类	614
三、船体结构选用的钢材级别	614
四、焊接材料	615
第三节 船体焊接结构设计	617
一、船体焊接结构设计的要求与方法	617
二、船体焊接结构设计程序	618
三、几类典型板架结构的设计	618
第四节 重要结构的设计	641
一、甲板开口的设计	641
二、甲板边板与舷侧顶板的连接	643
三、船端结构设计	644
第五节 制造工艺	649
一、现代船舶建造概况	649
二、船体分段划分	651
三、胎架设计	654
四、船体结构的焊接	654
参考文献	659

附 录

附录一 中华人民共和国国家标准	
——焊缝代号	663
附录二 中华人民共和国国家标准	
——手工电弧焊焊接接头 的基本型式与尺寸	676
附录三 中华人民共和国国家标准	
——埋弧焊焊接接头的基 本型式与尺寸	682
附录四 有关标准代号及名称	688
附录五 中华人民共和国法定计量	

单位及其换算法 (摘录)	691
附录六 金属材料的化学成分和机 械性能	695
附表6-1 碳素钢的化学成分和 机械性能	695
附表6-2 低合金强度钢的化学 成分和机械性能	696
附表6-3 耐热钢的化学成分和 机械性能	700
附表6-4 低温钢的化学成分与	

	机械性能	704		附表7-2 钼和铬钼耐热钢焊条	
附表6-5	不锈钢的化学成分和			简表	726
	机械性能	706	附表7-3	不锈钢焊条简表	730
附表6-6	耐候钢的化学成分与		附表7-4	低温钢焊条简表	736
	机械性能	710	附表7-5	堆焊焊条简表	736
附表6-7	钛及钛合金的化学成		附表7-6	铜及铜合金焊条简表	740
	分和机械性能	712	附表7-7	镍及镍合金焊条简表	740
附表6-8	铝及铝合金的化学成		附表7-8	铝及铝合金焊条简表	741
	分和机械性能	714	附表7-9	特殊用途焊条简表	741
附表6-9	镍及镍合金的化学成		附表7-10	钢焊丝简表	742
	分和机械性能	716	附表7-11	硬质合金堆焊焊丝简	
附表6-10	铜及铜合金的化学成			表	744
	分和机械性能	718	附表7-12	铜及铜合金焊丝简表	745
附录七	焊接材料的化学成分与机		附表7-13	铝及铝合金焊丝简表	745
	械性能	720	附表7-14	焊剂简表	746
附表7-1	结构钢焊条简表	720	附表7-15	管状焊丝简表	748

绪 论

当今,世界上已大量采用焊接工艺方法制造各种金属结构,它的应用范围已从开始时的代替铆接连接扩大到在相当大程度上取代铸造结构、锻造结构或成为铸-焊、锻-焊结构。一些较复杂的机械切削加工零件,也开始改为由简单的加工件焊接成较合理的焊接件。由于焊接工艺的发展,还出现了许多新颖的结构。焊接工艺技术已不仅用于一般工农业产品和日常生活用品中,而且还用于许多高精度、高尺寸稳定性及高参数(冲击、疲劳、高速、高温、低温、高强度、超重、超大等)的产品中。焊接结构还用于强腐蚀介质及受中子辐照等特殊环境介质中。在整个工业体系中,已很难找到一个不采用焊接结构的行业。在工业先进的某些国家中,焊接结构的用钢量已占钢产量的43%以上。焊接结构的应用范围还将进一步扩大,而且在向高难度的产品发展。

但是,焊接结构的意外失效事故仍时有发生,而 these 事故在采用其它加工工艺方法时往往却是可能避免的。这表明事故是由于采用焊接方法引起的。追溯其根源则可能是由于选用材料不当、设计不完善、制造质量欠佳或是设计与使用条件不符造成的。然而,失效事故的发生,并没有阻碍人们继续采用焊接结构的决心和信心;而是在分析事故、找出其发生原因的基础上,设法进一步提高焊接结构的质量和安全可靠性能,扩大焊接结构的应用范围。迫切要求采用焊接结构的愿望推动了改进焊接结构设计、材料研制和制造工艺进一步发展的进程。

焊接结构得到人们的重视,获得迅速发展是因为它具有以下一系列优点:

1) 由于焊接可以较方便地将不同形状与厚度的轧制型材连接起来,也可以将铸件、锻件焊接起来,甚至能将不同种类的材料连接起来,从而使结构中不同种类和规格的材料分布和应用得更合理。焊接结构一般不需要附加连接件,加工较简单、裕量小,受力也较明确,并可达到与母材等强度。由于以上原因,焊接结构的重量可比其它型式的结构重量轻20~50%,生产周期和成本也有明显下

降。

2) 焊接连接刚度大、整体性好,在外力作用下不象机械连接那样会因间隙变化而产生明显的变形。同时,焊接连接容易保证气密性与水密性,这对船舶、容器、在大气和腐蚀介质中工作的结构有特别重要的意义。

3) 与其它加工方法相比较,制造焊接结构时一般不需要大型、贵重的设备,因而建造焊接结构制造厂时设备投资少、投产快、容易适应不同批量焊接结构的生产,更换焊接结构产品的型号和种类也比较方便。

4) 焊接适应范围广,因而它适宜于制造几何尺寸较大而材料较分散的产品,例如:梁、桁架、容器、壳体等;还适用于形状复杂及单件或小批量生产的结构。焊接还可以将大型的、复杂的结构分解为许多小零件或部件,再焊接成整个结构,并可在一个结构中按需要选用不同种类和价格的材料,以提高技术及经济效果。

焊接结构也存在以下一些不足之处:

1) 常用的焊接方法是金属材料局部用高温快速加热并快速冷却,结果在焊缝及热影响区的化学成分与金相组织均可能与母材不同,从而导致机械性能、物理性能、抗腐蚀性能、耐磨性能等也不同。

2) 焊接使焊接结构中形成了焊接残余应力和变形,它们不同程度地影响了产品的质量和安全性。

3) 焊缝及热影响区有时会产生某些缺陷,这些缺陷在一定条件下将影响结构的安全性。

4) 焊接结构良好的整体性和较大的刚度,可能使焊接结构引起附加应力。另外,焊接接头形式处理不当,又容易引起很大的应力集中。这些应力分布的不均匀有可能导致局部的破坏,而当焊接结构中一旦局部发生破坏,往往会在结构中连续扩展,直至整个结构破坏。

实践证明,这些缺点的严重程度和危害性均与材料、设计和制造水平有关。精心的设计、合理的焊接工艺和严格的检验制度,可以大大提高焊接结

2 绪 论

构的使用性能,防止焊接结构的意外失效。然而必须注意:选材-设计-制造是密切相关的,绝不能疏忽其中任何一个环节。

与其它加工工艺方法制造结构相比较,焊接结构对材料的选择有更严格的要求。首先,材料的焊接性是决定结构能否焊接的先决条件,但是设计人员不应只要求材料在试板上有良好的焊接性,更应考虑它在制造结构时也有良好的焊接性。其次,应考虑材料在焊后及使用时的性能,特别是在特定条件下的使用性能。另外,作为焊接结构的材料,还应具有良好的冷、热加工性能和经济性。

设计时,保证强度计算的正确性并留有适当的安全裕度,对于焊接结构的可靠工作当然是极为重要的,但是不少焊接结构的破坏,并不是由于强度计算上的误差,而是由于选型或构造上的不合理,从而导致过大的应力集中、焊接残余应力、焊接残余变形或是材质的恶化和出现过火、过多的焊接缺陷。因此,有必要对焊接结构的构造设计和工艺设计给以足够的重视。设计人员不熟悉制造工艺及制

造中可能产生的问题,或是制造工艺人员不领会焊接产品的设计意图和使用条件,都会导致产品达不到技术要求,产品质量下降,甚至成为意外失效的原因。当然,合理的质量检验标准和检验方式对于保证焊接产品质量也是不可少的,焊接结构应比其它加工方法制造的结构有更严格的检验制度。

由于焊接结构所用材料的品种、质量和数量,结构形式的合理性,制造的可能性和复杂程度,主要是在设计过程中决定的,而这些又在相当大程度上决定了结构使用时的可靠性,因此可以认为,设计人员在决定整个焊接结构的技术和经济效益,以及它们的安全可靠性方面起着主导作用。

各行业的焊接结构设计人员在长期的实践中和对失效结构的分析中,已总结出许多宝贵的经验,设计了许多出色的焊接结构产品。因此加强各行业间的经验交流,借鉴他人之所长,以促进本行业焊接结构更快、更好地发展,显然是不无裨益的。这也是本书编写出版的主要意图。

第一篇 焊接结构设计基础

/