

化工厂机械手册

维护检修常用基础资料 (二)

《化工厂机械手册》编辑委员会 编

化学工业出版社

目 录

第 8 篇 摩擦、磨损与润滑

常用符号	2	3.3 防止磨料磨损的措施	24
第 1 章 摩擦	3	4 表面疲劳磨损	25
1 概述	3	4.1 表面疲劳磨损的分类及表现特征	25
2 摩擦定律及其运用	3	4.2 表面疲劳磨损的机理	25
2.1 滑动摩擦定律	3	4.3 防止表面疲劳磨损的措施	26
2.1.1 滑动摩擦定律的内容	3	5 腐蚀磨损	27
2.1.2 常用材料及摩擦副的滑动 摩擦系数	4	5.1 腐蚀磨损分类及表现特征	27
2.1.3 滑动摩擦定律应用	7	5.2 腐蚀磨损的机理	27
2.2 滚动摩擦定律	9	5.3 防止腐蚀磨损的措施	28
2.3 滑动摩擦与滚动摩擦的比较	10	6 气蚀	28
3 干摩擦	10	6.1 气蚀的机理	28
3.1 干摩擦的定义	10	6.2 防止气蚀的措施	29
3.2 干摩擦的机理	10	第 3 章 润滑剂	30
3.2.1 粘着理论	10	1 润滑剂的分类	30
3.2.2 分子-机械理论	11	2 常用润滑油	30
3.3 摩擦系数的影响因素	11	2.1 常用润滑油的种类、性质及用途	30
4 边界摩擦	15	2.2 润滑油添加剂	35
4.1 边界摩擦的特点	15	2.3 润滑油的代用	44
4.2 边界膜的分类与摩擦机理	15	2.4 润滑油的再生	47
4.3 边界膜的润滑性能	16	2.4.1 废油的品质检验	47
4.3.1 吸附膜的润滑性能	16	2.4.2 废油的再生工艺过程	47
4.3.2 反应膜的润滑性能	18	2.4.3 部分润滑油再生的具体工艺	49
4.4 边界膜强度	18	2.4.4 废油再生中的污水处理	50
4.4.1 边界膜强度的表示方法	18	3 常用润滑脂	50
4.4.2 提高边界膜强度的方法	20	4 固体润滑剂	50
5 常用非金属材料摩擦特点	20	5 润滑剂的选择	56
第 2 章 磨损	22	第 4 章 润滑方式及润滑装置	60
1 概述	22	1 化工厂常用润滑方式	60
2 粘着磨损	22	2 油润滑系统	60
2.1 粘着磨损的分类及表现特征	22	2.1 油润滑系统的组成	60
2.2 粘着磨损的机理	22	2.2 油润滑系统主要设备	61
2.3 防止粘着磨损的措施	23	2.2.1 油泵	61
3 磨料磨损	23	2.2.2 油箱	71
3.1 磨料磨损的分类及表现特征	24	2.2.3 油过滤器	71
3.2 磨料磨损的机理	24	2.2.4 油冷却器	72
		2.2.5 油管	73

3 脂润滑系统	73
3.1 脂润滑系统的组成	73
3.2 脂润滑系统主要元件	73
3.2.1 贮脂罐的容量	73
3.2.2 脂分配器的选择计算	74
3.2.3 手动脂润滑站	77
3.2.4 自动脂润滑站	77

3.2.5 脂润滑系统压力损失和管 径的确定	78
4 化工机械及零部件润滑示例	80
4.1 1L-266/320型活塞压缩机的润滑	80
4.2 减速器齿轮箱的润滑	81
参考文献	81

第9篇 腐蚀与防护

常用符号	85
------------	----

第1章 金属腐蚀基本概念	86
1 金属的腐蚀及其分类	86
2 化学腐蚀	86
2.1 高温氧化	87
2.1.1 金属高温氧化的可能性	87
2.1.2 金属高温氧化时形成的 氧化膜	87
2.1.3 钢铁的高温氧化	87
2.2 高温硫化	88
2.3 渗碳和脱碳	88
2.4 氢腐蚀	89
3 电化学腐蚀	89
3.1 电极电位和电动序	89
3.2 腐蚀电池	90
3.2.1 大电池腐蚀	90
3.2.2 微电池腐蚀	91
3.3 极化作用	91
3.3.1 极化现象	91
3.3.2 产生极化作用的原因	91
3.3.3 极化曲线	93
3.3.4 理论极化曲线与表观极化 曲线	94
3.4 腐蚀的阴极反应	95
3.4.1 析氢腐蚀	95
3.4.2 吸氧腐蚀	97
3.5 金属的钝性	99
3.5.1 金属的钝化现象	99
3.5.2 钝性金属的极化特性	100
3.5.3 影响金属钝化的因素	101
3.6 腐蚀的各种控制情况	102
第2章 金属腐蚀的形态	104
1 全面腐蚀	104
2 电偶腐蚀	104

2.1 电偶序	105
2.2 电偶腐蚀的影响因素	106
3 缝隙腐蚀	107
3.1 产生条件	107
3.2 缝隙腐蚀机理	107
3.3 丝状腐蚀	108
4 孔蚀	108
4.1 孔蚀的机理	109
4.2 孔蚀的评价	110
4.3 孔蚀的影响因素	111
5 晶间腐蚀	111
5.1 产生原因	111
5.2 焊缝腐蚀	112
5.2.1 热影响区腐蚀	112
5.2.2 刀口腐蚀	112
6 选择性腐蚀	113
7 磨损腐蚀	114
7.1 影响磨损腐蚀的因素	114
7.1.1 金属本身的因素	114
7.1.2 表面膜的影响	114
7.1.3 流速的影响	115
7.1.4 湍流的影响	115
7.1.5 冲击的影响	115
7.2 气蚀	115
7.3 摩擦腐蚀	116
8 应力腐蚀破裂	116
8.1 应力腐蚀破裂的影响因素	116
8.1.1 应力的影响	116
8.1.2 介质因素的影响	117
8.1.3 材料因素的影响	117
8.2 应力腐蚀破裂机理	118
8.2.1 机械化学效应理论	118
8.2.2 氢脆理论	118
9 腐蚀疲劳	118

10 氢损害	119	5.9 氢氧化钠的选材及腐蚀图	170
10.1 金属的渗氢及其环境因素	119	5.10 一氧化碳选材图	171
10.2 氢鼓泡	119	6 不锈钢耐酸钢国内外牌号对照表	172
10.3 氢脆	120	第4章 耐蚀非金属材料	174
10.3.1 氢脆的机理	120	1 涂料	174
10.3.2 氢脆和应力腐蚀破裂的区别	120	1.1 过氯乙烯漆	174
10.3.3 影响氢脆的因素	120	1.2 环氧漆	174
10.3.4 氢致延迟破坏	120	1.2.1 H52-6环氧酚醛防腐烘漆	174
10.4 硫化物腐蚀破裂	120	1.2.2 H52-3各色环氧防腐漆	175
第3章 化工耐蚀金属材料	122	1.2.3 H52-1环氧氨基防腐烘漆	175
1 碳钢和铸铁的耐蚀性	122	1.2.4 H55-1环氧聚氨酯耐水漆	176
1.1 碳钢	122	1.3 沥青漆	176
1.1.1 水中的腐蚀	122	1.4 聚氨酯漆	177
1.1.2 大气中的腐蚀	122	1.5 生漆	177
1.1.3 酸中的腐蚀	122	1.6 呋喃树脂漆	179
1.1.4 碱中的腐蚀	124	1.7 橡胶树脂漆	180
1.1.5 盐类溶液等介质中的腐蚀	124	1.7.1 氯化橡胶漆	180
1.2 耐蚀铸钢	124	1.7.2 氯丁橡胶漆	181
1.3 铸铁	129	1.7.3 氯磺化聚乙烯橡胶漆	181
2 低合金耐蚀钢	133	1.8 乙烯树脂漆	182
2.1 耐大气腐蚀用钢	133	1.9 富锌底漆	182
2.2 耐硫化氢腐蚀用钢	133	1.10 酚醛树脂漆	182
2.3 抗氢、氮、氨腐蚀用钢	136	1.11 各种涂料应用范围	183
3 不锈钢	136	2 橡胶	186
3.1 马氏体不锈钢	141	2.1 天然橡胶的耐蚀性能	186
3.2 铁素体不锈钢	141	2.2 合成橡胶的耐蚀性能	187
3.3 奥氏体不锈钢	142	2.2.1 氯丁橡胶	187
3.4 铁素体-奥氏体双相不锈钢	143	2.2.2 丁苯橡胶	188
3.5 沉淀硬化型不锈钢	145	2.2.3 丁腈橡胶	188
3.6 不锈钢复合钢板	146	2.2.4 丁基橡胶	188
4 有色金属及其合金的耐蚀性	146	2.2.5 聚异丁烯橡胶	189
4.1 铝及其合金的耐蚀性	146	2.2.6 氯磺化聚乙烯橡胶	190
4.2 钛及其合金的耐蚀性	148	2.2.7 其它品种的合成橡胶	190
4.3 其它有色金属及合金的耐蚀性	152	3 玻璃钢	191
5 化工常用介质的选材图及腐蚀图	155	3.1 几种常用胶粘剂(树脂)的耐蚀性能	191
5.1 硝酸的选材及腐蚀图	156	3.2 常用玻璃钢的耐蚀性能	191
5.2 硫酸的选材及腐蚀图	158	4 砖板衬里	194
5.3 盐酸的选材及腐蚀图	162	4.1 砖板的耐蚀性能	194
5.4 磷酸的选材及腐蚀图	164	4.2 几种常用胶泥的耐蚀性能	195
5.5 醋酸的选材及腐蚀图	165	4.2.1 硅质胶泥	195
5.6 氢氟酸的选材及腐蚀图	167	4.2.2 酚醛树脂胶泥	196
5.7 甲酸(蚁酸)腐蚀图	169	4.2.3 呋喃系树脂胶泥	197
5.8 混酸选材图	170		

4.2.4	环氧树脂胶泥	199
4.2.5	沥青胶泥	200
4.2.6	硫磺胶泥	200
5	塑料	201
5.1	耐酸酚醛塑料	201
5.2	聚氯乙烯塑料	202
5.3	聚乙烯塑料	204
5.4	聚丙烯塑料	205
5.5	氟塑料	208
5.5.1	聚四氟乙烯	208
5.5.2	聚三氟氯乙烯	208
5.5.3	聚全氟乙丙烯	210
6	不透性石墨	210
7	化工陶瓷、玻璃、搪瓷	214
第5章	设备腐蚀的全面控制	215
1	选材	215
1.1	设备材质的选用原则	215
1.1.1	设备的工作条件	215
1.1.2	设备的结构与类型	216
1.1.3	经济性原则	216
1.1.4	其它方面	216
1.2	选材步骤	216
2	结构设计	217
2.1	电偶腐蚀的防止	217
2.2	缝隙腐蚀的防止	219
2.3	磨损腐蚀的防止	219
2.4	冷凝液、残留液及堆积物腐蚀的防止	220
2.5	应力腐蚀破裂的防止	221
3	加工与制造	223
3.1	冷加工的影响	223
3.2	焊接的影响	223
3.2.1	焊缝的晶间腐蚀	223
3.2.2	焊缝的选择性腐蚀	225
3.2.3	焊缝的应力腐蚀破裂	226
3.2.4	焊缝的氢损害	228
3.3	铸造的影响	228
3.4	热处理的影响	229
4	安装、运行及维护管理	230
4.1	保证安装质量	230
4.2	防止水压试验时的腐蚀	230
4.3	防止试车时的腐蚀	230
4.4	运行时工艺条件的严格控制	231

4.5	防止停车时的腐蚀	231
4.6	加强设备的维修管理	232
第6章	电化学保护	233
1	阳极保护	233
1.1	基本原理	233
1.2	三个参数	233
1.2.1	致钝电流密度	233
1.2.2	维钝电流密度	235
1.2.3	钝化区电位范围	235
1.3	阳极极化曲线的测定	235
1.4	装置设计	236
1.4.1	分散能力	236
1.4.2	阴极的材料选择和安装	237
1.4.3	参比电极的选择和安装	237
1.4.4	钝化膜寿命的测定	237
1.4.5	直流电源的选择	238
1.5	应用实例	239
1.5.1	碳化塔	239
1.5.2	三氧化硫发生器	239
1.5.3	氨水罐群	240
1.6	应用特点	240
2	阴极保护	241
2.1	基本原理	241
2.2	外加电流法阴极保护	242
2.2.1	阴极保护的基本参数及其测定	242
2.2.2	直流电源的选择	244
2.2.3	辅助阳极材料的选择	244
2.2.4	阳极的分布	245
2.2.5	阴极保护的安裝	245
2.3	牺牲阳极法阴极保护	245
2.3.1	牺牲阳极的性能要求	245
2.3.2	牺牲阳极材料	246
2.3.3	牺牲阳极的制造	247
2.3.4	与阳极性能有关的外部因素	247
2.3.5	设计参数	247
2.4	杂散电流腐蚀的排流保护	248
2.5	阴极保护的应用特点	248
第7章	化学清洗技术	250
1	概述	250
2	沉积物的类型和性质	250
2.1	沉积物的形成	250

2.2 沉积物的类型	251	7.2.6 钝化	266
2.2.1 碳酸盐水垢	251	8 化学清洗中的腐蚀监控	
2.2.2 硫酸盐水垢	251	和化学分析	266
2.2.3 硅酸盐水垢	251	8.1 清洗中的腐蚀监控	266
2.2.4 混合水垢	252	8.1.1 重量变化评定法	266
2.2.5 其它垢层	252	8.1.2 腐蚀深度评定法	266
2.3 常见垢层的组成、		8.2 清洗中的化学分析	267
性能及鉴别方法	252	8.2.1 酸度分析	267
3 化学清洗的基本原理	253	8.2.2 碱度分析	267
3.1 溶解作用	253	8.2.3 油含量的测定	268
3.2 气掀作用	253	8.2.4 酸溶液中铁离子	
3.3 疏松作用	254	浓度的测定	268
3.4 络合作用	254	9 影响化学清洗的因素	268
3.5 转化作用	254	9.1 缓蚀剂浓度的影响	268
4 化学清洗剂的选择和应用	254	9.2 温度的影响	269
4.1 盐酸	254	9.3 流速的影响	270
4.2 硫酸	255	9.4 三价铁离子的影响	270
4.3 硝酸	255	10 清洗废液的排放和处理	270
4.4 氢氟酸	255	第8章 金属腐蚀的测试	272
4.5 氨基磺酸	255	1 金属腐蚀速率的表示方法	272
4.6 磷酸	256	2 全面腐蚀的测试	272
4.7 柠檬酸	256	2.1 失重法	272
4.8 EDTA	256	2.1.1 试件	273
4.9 混合酸	256	2.1.2 试验装置与试验条件	273
4.10 氢氧化钠	256	2.1.3 试验后试件的处理	274
4.11 碳酸钠	257	2.1.4 影响因素	275
4.12 磷酸三钠	257	2.1.5 计算腐蚀速率	276
5 缓蚀剂的选择和应用	257	2.2 电阻法	276
5.1 缓蚀剂的分类	258	2.2.1 计算公式	276
5.2 缓蚀剂的作用机理	258	2.2.2 测量方法及原理	277
5.2.1 电极过程抑制理论	258	2.2.3 测量仪表	277
5.2.2 保护膜理论	259	2.2.4 探头	278
5.2.3 协同作用	260	2.3 线性极化法	278
5.3 选择和应用	260	2.3.1 线性极化方程式	278
6 化学清洗方法	262	2.3.2 确定常数 B 的方法	279
7 化学清洗的工艺过程和条件	263	2.3.3 极化阻力 R_p 的测量	280
7.1 清洗前的准备	263	2.3.4 线性极化技术的应用	281
7.2 化学清洗工艺过程及工艺参数	263	2.4 化学分析法	282
7.2.1 碱洗	263	2.5 超声波测厚法	282
7.2.2 水冲洗	264	3 局部腐蚀的检测	282
7.2.3 酸洗	264	3.1 孔蚀检测方法	282
7.2.4 酸洗后的水冲洗	265	3.2 电偶腐蚀检测方法	283
7.2.5 漂洗	266	3.2.1 电位测量	284

3.2.2	电偶电流测量	284
3.2.3	极化测量	284
3.3	晶间腐蚀检测方法	284
3.4	应力腐蚀破裂检测方法	286
3.4.1	固定应变法	286
3.4.2	固定载荷法	287
3.4.3	用预制裂缝试件的断裂力学试验方法	288

3.4.4	恒应变速率的试验方法	288
3.4.5	约束焊板的试验方法	288
3.5	氢损害的检测方法	288
3.5.1	氢脆的检测方法	288
3.5.2	氢腐蚀的检测方法	289
附录	温度对照表和腐蚀率换算尺	290
参考文献		290

第10篇 焊接与切割

第1章 焊接及其方法与分类

1	焊接技术的发展与应用	292
2	焊接过程的本质	293
3	焊接与切割方法分类	293
3.1	焊接方法分类	293
3.2	切割方法分类	296
3.3	金属焊接方法在图样上的表示代号	296

第2章 焊接和切割设备

1	电焊机	297
1.1	电焊机型号编制方法	297
1.2	焊接电弧静特性对焊接电源外特性的要求	300
1.2.1	焊接电弧的静特性曲线	300
1.2.2	焊接电源的外特性曲线	301
1.2.3	焊接电弧的自身调节特性	301
1.2.4	电弧静特性对焊接电源特性的要求	302
1.2.5	不同焊接方法的电弧静特性及其对焊接电源外特性的要求	303
1.3	手工电弧焊用焊接电源	303
1.3.1	旋转直流弧焊电源	305
1.3.2	整流弧焊电源	307
1.3.3	交流弧焊电源	307
1.4	埋弧焊机	307
1.5	气体保护焊机	313
1.5.1	不熔化极气体保护焊机	313
1.5.2	熔化极气体保护焊机	314
1.6	电渣焊机	318
1.7	等离子弧设备	319
1.7.1	等离子弧焊机	319
1.7.2	等离子弧切割机	320

1.7.3 等离子弧堆焊机

2 气焊设备

2.1	手工焊炬和割炬	321
2.1.1	手工焊炬、割炬型号编制方法	321
2.1.2	手工射吸式焊炬、割炬	323
2.1.3	手工等压式焊炬、割炬	323
2.1.4	手工焊炬和割炬的工作原理	323
2.2	切割机	324
2.2.1	CG1-30型小车式气割机	324
2.2.2	CG2-150型仿形气割机	325
2.3	氧气、乙炔供气装置	326

第3章 焊接材料

1 焊接材料及其发展

1.1	焊接材料的生产与发展	327
1.2	焊接材料的种类	327
1.3	焊接材料的牌号和型号	327

2 焊条

2.1	结构钢焊条	329
2.1.1	结构钢焊条牌号、型号编制方法	329
2.1.2	结构钢焊条选用	331
2.1.3	结构钢焊条尺寸	335
2.1.4	结构钢焊条化学成分	335
2.1.5	结构钢焊条机械性能和其它技术要求	335
2.1.6	结构钢焊条新老牌号、型号对照	337
2.2	钼和铬钼耐热钢焊条	345
2.2.1	钼和铬钼耐热钢焊条牌号、型号编制方法	345
2.2.2	钼和铬钼耐热钢焊条选用	347

2.2.3	钼和铬钼耐热钢焊条尺寸	349
2.2.4	钼和铬钼耐热钢焊条 化学成分	349
2.2.5	钼和铬钼耐热钢焊条机械 性能和其它技术要求	349
2.2.6	钼和铬钼耐热钢焊条新 老牌号、型号对照	349
2.3	低温钢焊条	359
2.3.1	低温钢焊条牌号、型号编制 方法	359
2.3.2	低温钢焊条选用	360
2.3.3	低温钢焊条尺寸	360
2.3.4	低温钢焊条化学成分	360
2.3.5	低温钢焊条机械性能	361
2.3.6	低温钢焊条新老牌号、 型号对照	361
2.4	不锈钢焊条	361
2.4.1	不锈钢焊条牌号、型号编制 方法	361
2.4.2	不锈钢焊条选用	363
2.4.3	不锈钢焊条尺寸	368
2.4.4	不锈钢焊条化学成分	368
2.4.5	不锈钢焊条机械性能和其它 技术要求	372
2.4.6	不锈钢焊条新老牌号、型号 对照	372
2.5	铸铁焊条	377
2.5.1	铸铁焊条牌号和镍基铸铁 焊条型号编制方法	377
2.5.2	铸铁焊条选用	377
2.5.3	铸铁焊条尺寸	379
2.5.4	铸铁焊条化学成分和 硬度	379
2.5.5	铸铁焊条新老牌号、型号 对照	379
3	焊丝	380
3.1	碳钢和低合金钢焊丝	380
3.1.1	实芯焊丝	380
3.1.2	药芯焊丝	383
3.1.3	CO ₂ 气体保护焊焊丝	385
3.2	不锈钢焊丝	387
3.2.1	不锈钢焊丝分类	387
3.2.2	不锈钢焊丝规格	387

3.2.3	不锈钢焊丝化学成分	387
3.2.4	不锈钢焊丝新老牌号、代号 对照	389
3.3	铜及铜合金焊丝	389
3.3.1	铜及铜合金焊丝牌号和型号 编制方法	389
3.3.2	铜及铜合金焊丝选用	390
3.3.3	铜及铜合金焊丝规格	391
3.3.4	铜及铜合金焊丝化学成分	391
3.3.5	铜及铜合金焊丝新老牌号、 型号对照	392
3.4	铝及铝合金焊丝	392
3.4.1	铝及铝合金焊丝牌号和型号 编制方法	392
3.4.2	铝及铝合金焊丝选用	393
3.4.3	铝及铝合金焊丝规格	394
3.4.4	铝及铝合金焊丝化学成分	394
3.4.5	铝及铝合金焊丝新老牌号、 型号对照	394
4	焊剂	394
4.1	埋弧焊焊剂	395
4.1.1	埋弧焊焊剂牌号、 型号编制方法	395
4.1.2	埋弧焊焊剂选用	397
4.1.3	埋弧焊焊剂颗粒度	399
4.1.4	埋弧焊焊剂化学成分	399
4.1.5	埋弧焊焊剂机械性能	399
4.1.6	埋弧焊焊剂新老牌号、 型号对照	401
4.2	气焊熔剂	401
4.2.1	气焊熔剂牌号编制方法	401
4.2.2	气焊熔剂选用	402
4.2.3	气焊熔剂化学成分	402
4.2.4	气焊熔剂新老牌号对照	402
第4章 化工厂常用焊接和 切割方法		403
1	手工电弧焊	403
1.1	基本原理	403
1.2	特点与应用	403
1.3	工艺规范	404
2	埋弧自动焊	405
2.1	基本原理	405
2.2	特点与应用	406
2.3	工艺规范	406

3 手工钨极氩弧焊	408
3.1 基本原理	408
3.2 特点与应用	408
3.3 工艺规范	409
4 二氧化碳气体保护焊	410
4.1 基本原理	410
4.2 特点与应用	411
4.3 工艺规范	412
5 气焊	413
5.1 基本原理与特点	413
5.2 工艺规范	414
6 等离子弧焊接	415
6.1 基本原理	415
6.2 特点与应用	416
6.3 工艺规范	419
7 药芯焊丝电弧焊	420
7.1 基本原理	420
7.2 特点与应用	421
7.3 工艺规范	423
8 堆焊	430
8.1 概述	430
8.2 堆焊方法及其应用	432
8.3 带极堆焊	432
9 焊接接头型式及坡口加工	433
9.1 气焊、电弧焊及气体保护焊缝 坡口基本形式与尺寸	433
9.2 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与 尺寸	437
9.3 不同厚度钢板对接焊缝坡口的 基本形式与尺寸	437
9.4 坡口边缘的加工	444
10 氧气切割	444
10.1 基本原理	444
10.2 特点与应用	444
10.3 工艺规范	445
11 碳弧气刨与碳弧空气切割	446
11.1 基本原理	446
11.2 特点与应用	446
11.3 工艺规范	447
12 等离子弧切割	448
12.1 基本原理	448
12.2 特点与应用	449
12.3 工艺规范	449

第5章 化工厂常用金属材料的

焊接工艺

1 钢的可焊性	451
1.1 可焊性的含义	451
1.2 可焊性试验的目的	451
1.3 常用的可焊性试验方法	451
1.3.1 抗裂性试验方法	451
1.3.2 使用性可焊性试验	452
1.4 合金元素对钢的可焊性的 影响	452
2 碳素钢的焊接	453
2.1 低碳钢的焊接	453
2.1.1 低碳钢的焊接特点	453
2.1.2 低碳钢的焊接工艺	453
2.2 中碳钢的焊接	454
2.2.1 中碳钢的焊接特点	454
2.2.2 中碳钢的焊接工艺	454
2.3 高碳钢的焊接	455
2.3.1 高碳钢的焊接特点	455
2.3.2 高碳钢的焊接工艺	456
3 合金钢的焊接	456
3.1 低合金结构钢的焊接	456
3.1.1 焊接特点	456
3.1.2 焊接材料选择	457
3.1.3 30~40公斤级钢的 焊接	458
3.1.4 强度等级较高的低合金 钢的焊接	459
3.2 低合金珠光体耐热钢的焊接	459
3.2.1 珠光体耐热钢的特征	459
3.2.2 铬钼耐热钢焊接	460
3.2.3 铬钼耐热钢焊接要点	460
3.3 低温钢的焊接	462
3.3.1 低温钢的分类及特性	462
3.3.2 低温钢的焊接特点	463
3.4 合金结构钢的焊接	464
3.4.1 合金结构钢的焊接特点	464
3.4.2 合金结构钢的焊接工艺	465
4 不锈钢的焊接	465
4.1 不锈钢的类型和特性	465
4.2 马氏体不锈钢的焊接	466
4.2.1 马氏体不锈钢的 焊接特点	466

4.2.2	马氏体不锈钢的 焊接工艺	467
4.3	铁素体不锈钢的焊接	467
4.3.1	铁素体不锈钢的 焊接特点	467
4.3.2	铁素体不锈钢的 焊接工艺	467
4.4	奥氏体不锈钢的焊接	468
4.4.1	奥氏体不锈钢的 焊接特点	468
4.4.2	18-8型铬镍奥氏体不锈钢的 焊接工艺	468
5	异种钢焊接	471
5.1	碳钢与低合金钢的焊接	472
5.2	不锈钢与碳钢或低合金钢的 焊接	472
5.2.1	不锈钢与碳钢或低合金钢的 焊接特点	472
5.2.2	不锈钢与碳钢或低合金钢焊 接注意事项	472
5.2.3	异种钢焊材选择	475
5.3	不锈钢复合钢板的焊接	476
5.3.1	不锈钢复合钢板的 焊接特点	476
5.3.2	不锈钢复合钢板的焊接 工艺	476
5.3.3	1Cr18Ni9Ti + A3复合钢板 的焊接工艺	478
6	铸铁的焊接	478
6.1	铸铁的焊接特点	478
6.2	铸铁的焊补方法与选择	479
6.3	铸铁焊接用焊条及焊粉	480
6.4	铸铁电弧热焊法	480
6.5	铸铁电弧冷焊法	481
6.6	铸铁的气焊	482
6.6.1	采用铸铁焊条的气焊	482
6.6.2	采用银焊条的气焊	482
7	有色金属的焊接	482
7.1	铝及铝合金的焊接	482
7.1.1	铝及铝合金的特性和 分类	482
7.1.2	铝及铝合金的焊接特点	483
7.1.3	焊接准备	484

7.1.4	焊接工艺	487
7.2	铜及铜合金的焊接	490
7.2.1	铜及铜合金的特性及 分类	490
7.2.2	铜及铜合金的焊接特点	491
7.2.3	紫铜的焊接	492
7.2.4	黄铜的焊接	495
7.2.5	青铜的补焊	495
7.3	钛及钛合金的焊接	496
7.3.1	钛及钛合金的特性及 分类	496
7.3.2	钛及钛合金的焊接特点	497
7.3.3	钛及钛合金的焊接技术	497

第6章 化工设备的焊接与

修补焊	501
1 化工压力容器焊接	501
1.1 压力容器分类	501
1.2 压力容器的制造工艺过程	502
1.3 压力容器焊接接头型式分类	504
1.4 压力容器焊接质量控制	504
2 压力容器焊接工艺实例	505
2.1 纵焊缝焊接	505
2.2 环焊缝焊接	506
2.3 根部焊接	508
2.4 接管与筒体的焊接	509
3 压力容器补焊实例	511
3.1 压力容器修补焊	511
3.2 压力容器补焊及实例	512
3.3 在役压力容器的修理焊接	516
3.4 尿素合成塔的修理焊接实例	518
4 换热器的焊接及修理焊接	520
4.1 换热器的焊接工艺实例	520
4.2 高温高压换热器修理焊接 实例	522
4.3 尿素高压换热器现场修理焊接 实例	523
5 化工压力管道的焊接及修理焊接	524
5.1 高压管焊接	524
5.2 高温合金炉管的焊接	525
5.3 转化炉炉管系统的修理焊接	530
第7章 结构塑料的焊接	531
1 硬聚氯乙烯的焊接	531
1.1 应用和焊接的特点	531

1.2 焊接设备及工具	531	1.3.4 防护措施	537
1.3 焊接工艺及防护措施	533	1.4 塑料焊接的缺陷及质量检验	537
1.3.1 接头形式及坡口准备	533	2 其它塑料的焊接	538
1.3.2 焊接规范	535	参考文献	539
1.3.3 焊接操作技术	536		

第11篇 金属的热处理

常用符号	541
------------	-----

第1章 铁碳合金热处理基本

知识	542
1 铁碳合金状态图	542
1.1 铁碳合金状态图中的特性点和特性线	543
1.2 热处理常用临界温度	544
1.3 相与组织	544
1.3.1 铁碳合金状态图中的各种相和组织	545
1.3.2 铁碳合金状态图中的相区	546
1.3.3 铁碳合金相结构对性能的影响	547
1.3.4 合金的成份、组织与性能的关系	547
1.4 铁碳合金的平衡结晶过程与转变	548
1.4.1 纯铁的平衡结晶过程与转变	548
1.4.2 典型铁碳合金的平衡结晶过程与转变	548
1.4.3 铁碳相图的应用	550
1.4.4 铁碳合金状态图的限制性	551
1.5 杠杆定理	551
2 钢在加热时的转变	552
2.1 奥氏体的形成	552
2.2 奥氏体的形成方式	553
2.2.1 奥氏体的等温形成	553
2.2.2 影响奥氏体等温形成的因素	554
2.2.3 奥氏体的连续加热形成	555
2.3 奥氏体晶粒长大	556
2.3.1 奥氏体晶粒度	556

2.3.2 影响奥氏体晶粒长大的因素	557
3 钢在冷却时的转变	557
3.1 过冷奥氏体的等温冷却转变曲线	558
3.1.1 共析钢过冷奥氏体等温转变曲线	558
3.1.2 过冷奥氏体的等温转变区间及产物	559
3.1.3 过冷奥氏体的珠光体转变	559
3.1.4 过冷奥氏体的贝氏体转变	564
3.1.5 过冷奥氏体的马氏体转变	570
3.2 奥氏体连续冷却转变曲线	579
3.3 过冷奥氏体转变图的应用	581
4 钢的淬透性	582
4.1 钢的淬透性曲线图	582
4.2 淬透性曲线图的应用	583
第2章 钢的热处理工艺	586
1 钢的退火	586
1.1 钢的退火目的、分类、工艺曲线及应用范围	586
1.2 退火工艺参数	588
2 钢的正火	590
2.1 正火的目的、应用范围和工艺曲线	590
2.2 正火后的机械性能	590
3 退火和正火的不良组织及补救措施	591
4 钢的淬火	591
4.1 淬火方法及应用	592
4.2 淬火工艺参数	594
4.2.1 淬火加热温度	594
4.2.2 淬火保温时间	595

4.3 淬火介质	595	2.1.2 大型工件的调质处理	636
4.3.1 淬火介质的技术要求	595	2.1.3 低碳马氏体钢的热处理	639
4.3.2 各类淬火介质的冷却特点及 应用	599	2.2 弹簧钢	640
5 钢的回火	601	2.2.1 弹簧钢的技术性能要求	640
5.1 回火工艺	601	2.2.2 弹簧钢的热处理	640
5.1.1 回火温度	601	2.3 低合金钢	643
5.1.2 回火保温时间	603	2.3.1 低合金钢分类及使用 状态	643
5.2 低碳钢回火后的机械性能	604	2.3.2 低合金钢的热处理	643
5.3 高碳钢回火后的机械性能	604	2.3.3 低温用钢的热处理	647
5.4 中碳钢和中碳低合金钢回火后的 机械性能	604	2.4 超高强度钢	647
6 时效处理及应用	606	2.4.1 超高强度钢特点及分类	647
7 消除应力处理	606	2.4.2 超高强度钢的热处理	647
8 其它热处理方法	606	2.5 工具钢的热处理	647
8.1 强韧化处理	606	2.5.1 碳素工具钢的热处理	648
8.2 复合处理	611	2.5.2 合金刀具钢的热处理	649
9 钢的表面处理	612	2.5.3 高速钢的热处理	653
9.1 钢的表面感应加热淬火	612	2.5.4 模具钢的热处理	658
9.1.1 表面感应加热淬火的优点及 应用	612	2.5.5 新型模具材料(超模具钢) 及其热处理	658
9.1.2 感应加热表面淬火的要求及 工艺参数	612	3 不锈钢的热处理	658
9.1.3 感应加热设备	617	3.1 合金元素在不锈钢中的作用	658
9.2 火焰表面淬火	617	3.2 不锈钢热处理工艺	659
9.2.1 火焰表面淬火特点及 设备	617	4 耐热钢的热处理	663
9.2.2 火焰表面淬火工艺	621	4.1 耐热钢的分类	663
10 钢的化学热处理	622	4.2 耐热钢的基本知识	663
第3章 金属热处理工艺的应用	627	4.2.1 热稳定性及提高热稳定性的 方法	663
1 合金元素对钢热处理后组织与性能 的影响	627	4.2.2 热强性及提高热强性的 方法	663
1.1 周期表中各元素对铁碳状态图中 γ 相区的影响	627	4.3 合金元素在耐热钢中的 作用	664
1.2 合金元素对铁碳状态图的 影响	627	4.4 耐热钢的热处理要点	665
1.3 合金元素对相变的影响	629	4.5 耐热钢的热处理工艺规范	665
1.4 合金元素对钢的机械性能的 影响	629	5 硬质合金的热处理	671
2 合金钢的热处理	631	5.1 硬质合金的分类	671
2.1 调质钢	631	5.2 硬质合金的热处理规范	671
2.1.1 常用调质钢的热处理 规范	631	6 焊接件的热处理	673
		6.1 焊接件热处理的目的	673
		6.2 焊接件热处理方式	673
		6.3 焊接件常用材料的热处理 工艺	673
		7 铸件热处理	677

7.1 常用碳钢和低合金钢铸件	
热处理	677
7.2 不锈钢、高锰钢热处理规范	677

7.3 常用灰口铸铁件的热处理	677
7.4 常用球墨铸铁件的热处理	679
参考文献	680

第12篇 金属的热加工与冷加工

第1章 铸造

1 常用铸造方法分类及应用范围	682
2 铸造工艺设计	684
2.1 铸造工艺设计程序及内容	684
2.2 铸件结构工艺分析	684
2.3 造型、造芯方法的选择	687
2.3.1 造型方法的选择	687
2.3.2 造芯方法的选择	688
2.4 浇注位置和分型面的确定	689
2.4.1 浇注位置的确定原则	689
2.4.2 分型面的确定原则	691
2.4.3 型芯工艺设计	692
2.5 浇注系统	695
2.5.1 浇注系统的分类、应用和特点	698
2.5.2 浇注温度和金属液的流动性	699
2.5.3 金属液体导入位置	701
2.5.4 铸铁件浇注系统的计算	702
2.5.5 球墨铸铁件浇注系统的计算	709
2.5.6 铸钢件浇注系统的计算	711
2.5.7 有色金属铸件浇注系统的计算	716
2.6 冒口	720
2.6.1 冒口的分类及作用	720
2.6.2 灰铸铁件冒口尺寸	724
2.6.3 球墨铸铁件冒口尺寸	725
2.6.4 有色金属铸件冒口尺寸	725
2.6.5 铸钢件冒口尺寸	727
2.6.6 冒口的有效补缩范围	735
2.6.7 提高冒口补缩能力的工艺措施	741
2.7 出气孔	746
2.8 冷铁	747
2.8.1 灰铸铁件的冷铁	748
2.8.2 铸钢件的冷铁	750
2.8.3 有色金属铸件的冷铁	752

2.9 主要工艺参数的选用

2.9.1 铸件收缩率(缩尺)	757
2.9.2 工艺补正量	757
2.9.3 预变形曲线	757
2.9.4 铸件机械加工余量	758
2.9.5 铸件尺寸公差	762
2.9.6 铸件重量偏差	763
2.9.7 拔模斜度	764
2.9.8 分型负数	765
2.9.9 非加工壁的负余量	766
2.9.10 最小铸孔和铸槽的确定	766
2.9.11 铸筋	767
2.10 压铁	768
2.10.1 浮力的计算	769
2.10.2 压铁重量及其计算	769
2.11 铸件的落砂温度和冷却时间的选择	770

第2章 锻造

1 金属的塑性变形	772
1.1 金属塑性变形的基本定律	772
1.1.1 体积不变定律	772
1.1.2 最小阻力定律	772
1.2 影响金属塑性的因素及提高塑性的措施	772
1.3 金属在锻造、拔长和冲孔时的变形情况	773
1.3.1 金属在锻造时的变形	773
1.3.2 金属在拔长时的变形	774
1.3.3 冲孔时的变形	775
1.4 热变形对金属组织和性能的影响	775
2 金属的加热	775
2.1 钢的锻造温度范围	775
2.1.1 钢的温度范围的确定	776
2.1.2 钢的锻造温度范围	776
2.2 有色金属的锻造温度范围	776
2.3 加热时间的确定	776

2.4 金属加热时产生的缺陷及防止方法	777
3 锻造的基本工序和锻造比	780
3.1 锻粗	780
3.2 拔长	782
3.2.1 增加拔长效率必须具备的条件	783
3.2.2 拔长的一般规则	783
3.2.3 碳钢和低合金钢拔长时锻锤吨位的选择	785
3.2.4 拔长时截面变形规则	785
3.2.5 变相拔长工序	785
3.2.6 拔长的辅助措施——压印和压刻	787
3.2.7 拔长的修整工序	788
3.3 冲孔	788
3.4 扩孔	790
3.5 扭转	791
3.6 错移	792
3.7 切割	793
3.8 弯曲	795
3.9 锻造比及其计算方法	797
4 高合金钢的锻造	797
4.1 高合金钢锻造的特点和常见的问题	797
4.1.1 高合金钢的相的组成和再结晶特点	797
4.1.2 高合金钢的加热特点和锻造温度范围	798
4.1.3 高合金钢的锻造性能	798
4.2 莱氏体高合金工具钢的锻造工艺	798
4.2.1 莱氏体高合金工具钢的牌号、成分和用途	798
4.2.2 莱氏体高合金工具钢的锻造工艺	798
4.3 奥氏体型高合金耐酸不锈钢的锻造	799
4.3.1 奥氏体高合金耐酸不锈钢的牌号和成分	799
4.3.2 加热规范与锻造温度范围	800
4.3.3 锻造操作特点	800
5 锻件锻造工艺编制	800

5.1 锻件图的绘制	800
5.2 确定毛坯的重量和尺寸	802
5.3 决定变形工艺和工具	804
5.4 选择设备	806
5.5 确定火次、锻造温度范围、加热和冷却规范	806
5.6 确定热处理规范	807
5.7 对锻件提出的技术要求和检验要求	810
5.8 编制工时定额	811
第3章 机械加工	813
1 机械加工的经济精度	813
1.1 在金属切削机床上加工时尺寸偏差的经济精度	813
1.2 在金属切削机床上加工时形位公差的经济精度	815
1.3 一般机械与配合精度相适应的表面粗糙度	820
1.4 主要加工方法可能达到的表面粗糙度和应用举例	822
1.5 金属切削机床装夹、测量方法及精度	829
1.5.1 车床装夹方法及装夹精度	829
1.5.2 镗床工作的测量方法及测量精度	830
2 机械加工余量	830
2.1 余量及公差	832
2.2 毛坯的机械加工余量(总余量)	832
2.3 工序间的加工余量	835
2.3.1 选择工序间加工余量的主要条件	835
2.3.2 轴的加工余量	837
2.3.3 孔的加工余量	843
2.3.4 平面的加工余量	850
2.3.5 齿轮的加工余量	851
2.3.6 蜗杆蜗轮的加工余量	852
2.3.7 花键的加工余量	853
2.3.8 攻丝及装配前钻孔的加工余量	853
3 刀具的选择条件和刀具切削部分的材料	857

3.1 刀具选择的主要条件	857	2.2 卷圆工艺	898
3.2 刀具切削部分的材料	858	2.2.1 辊式卷板机的选择	898
4 金属切削方法	873	2.2.2 冷卷和热卷的选择	900
4.1 常用的金属切削方法	873	2.2.3 纵缝组对	901
4.2 各类型面的加工方案选择	874	2.2.4 矫圆	902
4.3 常用的加工方法举例	876	2.3 小直径筒体的制造	902
4.3.1 普通车床加工方法	876	2.4 筒节的翻边与缩口	903
4.3.2 立式车床加工方法	878	3 筒体的制造	904
4.3.3 镗床加工、镗床加工基准面及 校准方法	879	3.1 制造技术要求	904
4.3.4 龙门刨床及龙门铣床上加工 方法	883	3.2 环缝组对	905
4.4 机床的工作精度	887	4 封头制造	906
5 机械加工工艺过程的编制	890	4.1 制造方法	906
5.1 基本概念	890	4.2 冲压	906
5.2 生产类型及其工艺特征	892	4.3 模具结构	908
5.3 工艺规程的编制	893	4.4 定径	910
5.3.1 编制工艺规程时应考虑的 基本因素	893	4.5 封头的热处理	912
5.3.2 编制工艺规程的步骤	894	5 管与管板的联接	912
5.3.3 工艺草图的绘制	894	5.1 胀接	912
5.4 工艺文件	894	5.2 管与管板的焊接	913
第4章 设备制造工艺	896	5.3 焊胀联接	913
1 划线	896	6 压力试验	914
2 筒节制造	897	6.1 液压试验	914
2.1 预弯	897	6.2 气压试验	915
		6.3 气密性试验	915
		参考文献	916

第13篇 无损检验

常用符号	918	2.1.1 工业X射线探伤机的 分类	925
第1章 射线探伤	920	2.1.2 工业X射线探伤机的组成及 作用	925
1 射线探伤的物理基础	920	2.1.3 工业X射线探伤机的结构与 特点	925
1.1 X射线与γ射线	920	2.1.4 X射线管	931
1.2 X射线的产生及光谱	920	2.1.5 X射线发生器	932
1.3 γ射线的产生及光谱	921	2.1.6 X射线机的使用、检查及 故障排除	932
1.4 射线与物质的相互作用及射线的 衰减	922	2.2 γ射线探伤机	934
1.4.1 射线与物质相互作用过程中 的三大效应	922	2.3 电子加速器	936
1.4.2 射线的衰减及其规律	923	2.4 荧光屏观察装置	937
1.5 射线的线质与半价层	924	2.5 工业X射线电视	937
2 射线探伤设备	925	2.6 中子探伤机	937
2.1 工业X射线探伤机	925		

3	射线照相法工艺	938
3.1	射线照相法原理	938
3.2	射线照相法的辅助器材及其性能	938
3.2.1	工业射线胶片	938
3.2.2	增感屏	941
3.2.3	透度计	943
3.3	射线探伤缺陷检出率的影响因素	945
3.3.1	射线探伤底片灵敏度	945
3.3.2	透照角度	947
3.4	射线照相的透照设计	948
3.4.1	焊缝透照设计的一般内容	948
3.4.2	各种透照布置及一次透照长度计算	449
4	胶片的暗室处理及评定	952
4.1	胶片处理过程	952
4.2	射线底片上的伪缺陷及其产生原因	954
4.3	射线胶片的自动处理	954
4.4	射线底片上的缺陷评定	955
4.4.1	射线底片上的缺陷评定	955
4.4.2	常见的焊接缺陷在底片上的影像特征	956
5	射线的防护	958
5.1	射线辐射的计量与单位	958
5.2	剂量水平	959
5.3	射线的防护	960
第2章	超声波探伤	962
1	超声波探伤的物理基础	962
1.1	机械波与超声波	962
1.1.1	描述波的几个物理量	962
1.1.2	波的种类和形式	962
1.1.3	超声波的特性	962
1.1.4	超声场的主要特征量	964
1.2	超声波的传播	964
1.2.1	超声波的声速	964
1.2.2	超声波的反射、折射与波型转换	966
1.3	圆晶片辐射超声场	969
1.3.1	声场中轴线上的声压分布	969

1.3.2	指向特性	970
1.4	超声波的衰减	971
1.4.1	衰减的原因	971
1.4.2	衰减的表示方法与衰减系数	972
1.4.3	分贝在超声波探伤中的应用	972
1.5	人工缺陷的返回声压	973
2	超声波探伤仪、探头及试块	973
2.1	超声波探伤仪	973
2.1.1	超声波探伤仪的分类	973
2.1.2	A型脉冲反射式超声波探伤仪工作原理	974
2.1.3	超声波探伤仪基本电路组成	974
2.1.4	超声波探伤仪主要性能指标	975
2.2	探头	975
2.2.1	压电效应和压电材料	976
2.2.2	探头种类、结构及功能	976
2.3	试块	976
2.3.1	试块的用途	976
2.3.2	试块的种类	978
2.3.3	几种常用试块	978
2.3.4	IIW试块在测试仪器 and 探头组合性能中的应用	978
3	超声波探伤法	983
3.1	超声波探伤法的分类	983
3.2	探测条件的选择	986
3.2.1	对工件探测面的要求	986
3.2.2	耦合剂的选择	986
3.2.3	频率的选择	987
3.2.4	探头的选择	987
3.2.5	探测灵敏度的调节	988
3.2.6	探头移动速度与压力	989
3.3	缺陷的定位、定量、定性	989
3.3.1	缺陷的定位	989
3.3.2	缺陷的定量	989
3.3.3	缺陷的定性	992
3.3.4	假缺陷信号	995
4	板材探伤	996
4.1	中厚板超声波探伤	996
4.1.1	探伤方法	996

4.1.2	探测频率的选择	998	7.4.1	探头的扫查方式	1014
4.1.3	探测灵敏度的确定	998	7.4.2	缺陷的定位	1016
4.1.4	扫查方式	998	7.4.3	缺陷的定量	1017
4.1.5	探伤图形分析	998	7.4.4	焊缝中的缺陷和波型特征	1018
4.1.6	钢片质量分级	998	7.4.5	缺陷的评级与判度	1021
4.2	复合板材探伤	999	7.4.6	记录和报告	1021
4.2.1	探伤原理	999	7.5	角焊缝的探伤	1022
4.2.2	探测方法及探测灵敏度的确定	1000	7.5.1	T型角焊缝的探伤	1022
4.2.3	探测图形分析	1000	7.5.2	搭接焊缝的探伤	1023
5	锻件探伤	1001	7.5.3	管座角焊缝的探伤	1023
5.1	探测方法的选择	1001	第3章 磁粉探伤	1025	
5.1.1	轴类锻件探伤	1001	1	磁粉探伤的特点和基本原理	1025
5.1.2	饼形锻件探伤	1001	1.1	磁粉探伤的特点和应用	1025
5.1.3	筒形锻件探伤	1001	1.2	磁粉探伤的原理	1026
5.1.4	在役探伤示例	1001	1.2.1	铁磁物质的磁化	1027
5.2	探测频率的选择	1002	1.2.2	钢材的磁性	1028
5.3	探伤灵敏度的调整	1002	1.2.3	表面缺陷和近表面缺陷的漏磁场	1029
5.4	缺陷大小的确定及质量验收标准	1002	2	磁粉探伤设备和材料	1029
6	管材探伤	1002	2.1	磁粉探伤设备的类型及特点	1029
6.1	小口径薄壁管的探伤	1003	2.1.1	固定式磁粉探伤机	1030
6.2	小口径厚壁管的探伤	1004	2.1.2	移动式磁粉探伤机	1030
6.3	大口径管的探伤	1005	2.1.3	便携式磁粉探伤机	1030
7	焊缝探伤	1005	2.2	典型设备的型号及性能参数	1030
7.1	斜角法焊缝探伤基础知识	1005	2.3	磁粉和磁悬液	1032
7.1.1	横波探伤的特点	1005	2.3.1	对磁粉的要求	1032
7.1.2	斜角探伤术语	1005	2.3.2	对磁悬液的要求	1033
7.1.3	斜角探伤定位三角形	1006	2.3.3	磁悬液的配制	1033
7.2	探伤条件选择	1006	2.4	灵敏度试片及试件	1033
7.3	探伤操作准备	1007	2.4.1	常用灵敏度试片介绍	1034
7.3.1	入射点的测定	1007	2.4.2	灵敏度试片的使用方法	1036
7.3.2	K值的测定	1008	2.4.3	JB3965—85标准推荐的灵敏度试件	1037
7.3.3	扫描线比例的调整	1009	3	磁粉探伤工艺	1037
7.3.4	表面耦合外偿的测定	1009	3.1	磁化方法	1037
7.3.5	筒体纵缝探伤不适用范围及修正范围的确定	1009	3.1.1	直接通电法	1039
7.3.6	周向探测时探头K值的选择	1012	3.1.2	中心导体法	1039
7.3.7	距离-波幅曲线的绘制	1012	3.1.3	触头法	1040
7.3.8	灵敏度的调整	1014	3.1.4	线圈法	1041
7.3.9	距离-dB曲线的校验	1014	3.1.5	磁轭法	1042
7.4	探伤操作	1014	3.1.6	复合磁化法	1043
			3.1.7	旋转磁场磁化法	1043