

阀门 堆焊技术

高清宝 王德权 编著
苏志东 黄艰生

机械工业出版社

阀门堆焊技术

高清宝 王德权 编著
苏志东 黄艰生

机械工业出版社

(京) 新登字054号

本书详细介绍了我国研制生产的阀门密封面堆焊用10大类30种牌号焊条、焊丝、焊剂和5大类20多种牌号合金粉末的研制原理及主要性能。同时也介绍了典型的国外材料。

书中还详细介绍了堆焊阀门密封面用手工电弧堆焊、埋弧自动堆焊、氩弧堆焊、氧乙炔堆焊、等离子弧粉末堆焊、送丝堆焊、氧乙炔堆焊、喷焊工艺及设备,同时也简单地介绍了等离子弧喷涂和电弧喷涂工艺。还介绍了典型材料的冷加工工艺,密封面性能测试方法,国内外密封面材料标准,以及劳动防护方面的知识。列举了大量应用实例,供读者选择材料及工艺时参考。

本书可供阀门设计、制造、使用、维修人员参考,也可作阀门专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

阀门堆焊技术/高清宝等编著. —北京:机械工业出版社, 1994

ISBN 7-111-03940-8/TG·864

I. 阀…

II. 高…

III. 堆焊-技术

IV. TG455

出版人: 马九荣 (北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑: 王正琼 版式设计: 胡金璞 责任校对: 肖新民
封面设计: 姚毅 责任印制: 卢子祥
北京交通实业印务公司印刷·新华书店北京发行所发行

(原人民交通出版社印刷厂)

1994年5月第1版·1994年5月第1次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·18印张·468千字

0 001—3,000 册

定价 22.00 元

序

阀门用来控制、输送、接通或切断管路中的介质，调节流量与压力，改变介质流动方向等，是管路中必不可少的重要装置。各个工业部门都需要大量的各类阀门，如化肥厂需要耐腐蚀的不锈钢阀门，炼油厂、发电厂、核电站需要耐高温高压的阀门，选矿厂需要耐磨损的阀门，军工部门需要特殊的阀门。由于阀门质量事故造成的损失是无法估计的，如美国碳化物公司在印度的毒气泄漏事故就是因阀门质量问题引起的。

阀门密封面长期受到介质腐蚀、冲刷和密封副之间的摩擦磨损。密封面的磨损是影响阀门使用寿命的重要因素。因此，提高阀门的质量要从提高密封面的抗腐蚀、抗磨损性能着手，并根据阀门使用情况选用耐高温、耐腐蚀或耐磨损的堆焊材料，在密封面上进行不同的堆焊工艺，以提高密封面承受恶劣工况的能力。

我国阀门密封面堆焊材料与堆焊工艺研究开始于60年代初期。70年代我国研制成一系列堆焊焊条和铬锰型粘接焊剂。近10年来，我国石化、动力、燃料工业发展很快，对特殊类型的阀门与高寿命的密封面材料需要量剧增。同时，阀门制造行业也得到了迅速的发展，通过阀门密封面新材料的研制和提高阀门寿命攻关项目的完成，我国已研制出一批具有国际水平的阀门密封面堆焊焊条、焊剂和合金粉末及其配套工艺装备。90年代，为适应大功率发电机组和核能发电的需要，要求设计亚临界或超临界参数的阀门。它的完成将使我国阀门制造行业推向一个新的水平。

如上所述，我国阀门密封面的制造技术发展很快，但迄今国内还没有一本有关阀门堆焊技术的专著。很多阀门制造与使用部门迫切需要了解阀门密封面的制造技术。为此，沈阳阀门研究所高清宝、王德权等同志在总结多年实践经验基础上，搜集了国内

外有关科研成果，编写了这本《阀门堆焊技术》专著。

本书系统地论述了阀门密封面的失效形式与机理，各种堆焊材料与堆焊工艺，堆焊设备与辅助装置以及密封面性能试验方法等。本书对阀门设计、制造和使用的工程技术人员、工人将起到指导作用，对科研和教学也有参考价值。相信它的出版将有助于推动我国阀门密封面的制造技术的发展。我祝贺作者为编写这本专著所取得的成就。

斯重遥

1991年10月

前 言

随着我国经济建设的飞速发展,我国的基础工业——石油、化工、燃料、动力工业也迅速发展起来。近20年来,我国自制和引进的大型成套设备日益增多,与其配套的阀门需要量剧增,特别是对高参数、寿命长的阀门更为急需。为提高阀门的使用寿命,保证装置的安全运行,在“五五”、“六五”期间,国家安排的“机械工业十年科技发展规划”中,将“研制阀门密封面新材料、提高阀门寿命”作为攻关项目,下达给有关科研院所及工矿企业,研制出了一批具有国际先进水平的堆焊阀门密封面用焊条、焊剂和合金粉末以及与其配套的设备和工艺。

“七五”、“八五”期间,为适应能源工业的发展,国家计划筹建大型火力发电机组及核能发电站,需要配套设计亚临界或超临界参数的阀门,因而对密封面的要求更为苛刻。

随着改革开放的深入,阀门制造业迅速发展。阀门制造及使用单位纷纷要了解阀门密封面制造技术,来访者络绎不绝。为适应这一形势,我们在总结多年实践经验的基础上,收集整理了国内外重大科技成果,编写了这本书,供读者参考。

本书焊接材料牌号的命名,采用1987年版“焊接材料产品样本”中的牌号,样本中没有的牌号,采用企业牌号。

本书共16章。第1章第4、5节,第3、4章由高清宝编写;第5、6章、第9章第2、4节、第10、12、15章由王德权编写;第7章、第9章第1、3、5节、第11章由苏志东编写;第8、13、16章由黄艰生编写。此外,第1章第1、2、3节由丁伟民编写;第2章由单明复和阚景波合写;第14章由蔡富东和梁绪发合写。全书由王德权统稿。

本书由沈阳工业大学祁维璞教授审稿;中国机械工程学会焊

接学会前任理事长，中国科学院金属研究所斯重遥研究员为本书作序。本书在编写过程中得到阀门行业及有关同志的大力支持，在此深表谢意。

阀门堆焊技术是一项综合性技术，它涉及物理、化学、冶金、焊接、机械、电气、材料等多方面的知识，由于我们的水平有限，错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1991.12

目 录

序

前言

第 1 章 概论	1
第 1 节 阀门在国民经济中的重要性	1
第 2 节 阀门密封面的作用和形成	3
第 3 节 阀门密封面的要求	5
第 4 节 国外阀门密封面堆焊材料、堆焊工艺研究概况	6
一、国外阀门密封面堆焊材料	7
二、国外阀门密封面堆焊工艺及设备	14
第 5 节 我国阀门密封面堆焊材料和堆焊工艺研究概况	19
一、我国阀门密封面堆焊材料	20
二、我国阀门密封面堆焊工艺及设备	24
参考文献	26
第 2 章 阀门密封面擦伤机理与堆焊材料的选择	28
第 1 节 试块的擦伤机理与阀门密封面的失效	28
一、磨损过程分析	28
二、擦伤破坏	29
三、摩擦副的擦伤试验	29
四、阀门密封面的失效	29
第 2 节 材料、工艺对抗擦伤性能的影响	32
一、合金材料的影响	32
二、加工工艺的影响	35
第 3 节 密封副硬度差、硬度对抗擦伤性能的影响	37
一、硬度差的影响	37
二、硬度的影响	38
三、硬度的分配	39

第4节 比压与吻合度对抗擦伤性能的影响	40
一、比压的影响	40
二、吻合度的影响	42
第5节 各类阀门密封面堆焊材料的选择	42
一、各类阀门密封面的特点及其失效形式	42
二、堆焊材料的选择	42
参考文献	45
第3章 阀门密封面堆焊用焊条	47
第1节 阀门密封面堆焊焊条分类	47
一、简述	47
二、阀门密封面堆焊焊条分类	47
第2节 Cr13型密封面堆焊焊条	50
一、Cr13型不锈钢焊条概述	50
二、2Cr13堆焊金属的特点	55
三、2Cr13型焊条堆焊金属的应用	55
第8节 铬锰型密封面堆焊焊条	56
一、85号铬锰氮合金堆焊焊条	56
二、D516M、D516MA 铬锰合金堆焊焊条	63
三、137号铬锰硼合金堆焊焊条	63
四、球墨铸铁阀门堆焊用D567铬锰型焊条	70
五、D507Mo和D577阀门堆焊焊条	74
第4节 铬镍硅型不锈钢堆焊焊条	77
一、9-6D、9-6DB、9-6DB ₁ 、9-6DB ₂ 焊条	78
二、D547Mo焊条	85
第5节 高铬合金铸铁堆焊焊条	88
一、堆焊金属的成分和硬度	89
二、堆焊金属的主要性能	90
三、堆焊金属的特点	90
四、高铬合金铸铁堆焊焊条的选用	90
第6节 钴基合金堆焊焊条	90
一、使用条件	91
二、钴基合金的主要性能	91
三、堆焊金属的特点	94

四、钴基合金焊条的选用	94
参考文献	94
第4章 阀门密封面埋弧自动堆焊焊剂	96
第1节 阀门密封面埋弧自动堆焊焊剂的应用	96
第2节 埋弧自动焊剂的特点	98
一、熔炼焊剂的特点	99
二、非熔炼焊剂的优点	100
三、非熔炼焊剂存在的问题	101
四、非熔炼焊剂的配方设计	101
第3节 非熔炼焊剂应用中的几个理论问题	103
一、熔池金属的脱氧	103
二、焊接熔池的合金化	105
三、焊层金属的变质处理	110
四、电弧气相反应的一些特点	114
五、熔渣的碱度与焊缝金属含氧量及冲击韧性	117
第4节 粘结焊剂在阀门埋弧自动堆焊应用中的几个实例	120
一、18-8型合金自动堆焊粘结焊剂	120
二、2Cr13MnSi自动堆焊用高合金粘结焊剂	124
三、85号铬锰氮型自动堆焊用高合金粘结焊剂	131
四、137号铬锰硼型自动堆焊用高合金粘结焊剂	138
五、四种粘结焊剂应用的技术—经济分析	143
参考文献	143
第5章 等离子弧堆焊、氧乙炔喷焊用合金粉末	145
第1节 铁基合金粉末的研制与选用	145
一、Cr13的寿命	145
二、合金粉末焊层组织和硬度的设计	148
三、合金粉末成分的设计	149
四、对合金粉末的要求	152
五、铁基粉末的发展及选用	152
第2节 F326铁基合金粉末	154
一、使用条件	154
二、各元素的作用	155
三、合金粉末的主要性能	156

四、堆焊金属的主要性能	157
五、热处理条件对焊层硬度的影响	159
六、F326堆焊层金相分析	160
七、使用寿命	161
第3节 F311、F312铁基合金粉末	162
一、使用条件	162
二、F311、F312铁基合金粉末的主要性能	163
三、F311、F312合金主要性能	164
四、F311铁基合金焊层的相结构分析	167
五、使用寿命	167
第4节 F327A铁基合金粉末	168
一、使用条件	168
二、各元素的作用	169
三、合金粉末的主要性能	169
四、堆焊金属的性能	169
五、其它性能	171
第5节 Fe-3、Fe-4铁基合金粉末	171
一、使用条件	171
二、合金粉末的主要性能	172
三、堆焊金属的主要性能	172
四、使用寿命	173
第6节 F321、F322铁基合金粉末	173
一、使用条件	173
二、合金化原理	174
三、堆焊金属的主要性能	176
四、使用寿命	178
第7节 镍基自熔性合金粉末	179
一、镍基粉末的种类	179
二、平板闸阀应用镍基粉末实例	183
三、镍基粉末应用前景	187
第8节 钴基自熔性合金粉末	189
一、钴基粉末的种类	190
二、典型钴基粉末F223的主要性能	190

第9节 铜基自熔性合金粉末	192
一、F422型锡磷青铜粉末	193
二、K型锡青铜合金粉末	196
三、PHCu-200白铜合金粉末	198
第10节 复合粉末材料	200
一、镍基碳化钨粉末	200
二、钴基碳化钨粉末	204
参考文献	204
第6章 阀门堆焊焊丝	206
第1节 堆焊焊丝的特点	206
第2节 氧乙炔堆焊用黄铜焊丝	207
一、普通黄铜	207
二、特殊黄铜及焊丝	209
第3节 氩弧焊用铝青铜焊丝	212
一、二元铝青铜	213
二、多元铝青铜与焊丝	214
第4节 钴基合金焊丝	217
一、使用条件	217
二、主要合金元素的作用	217
三、堆焊金属主要性能	219
四、金相分析	222
五、热态组织稳定性	224
六、高温硬度	224
七、抗热疲劳性能	224
第5节 NDG-2*镍基合金焊丝	226
一、使用条件	226
二、合金化原理	226
三、堆焊金属主要性能	228
四、工况运行	232
五、强化机理分析	232
第6节 莱氏相强化的FeY ₆ 合金焊丝	233
一、使用条件	233
二、合金化原理	233

三、金相分析	234
四、抗磨损性	235
五、抗腐蚀性	237
六、硬度	239
七、其他物理性能	239
八、综合分析	239
参考文献	240
第7章 手工电弧堆焊工艺设备及辅助装置	241
第1节 手工电弧堆焊工艺	241
一、手工电弧堆焊的工艺特点	241
二、手工电弧堆焊操作技术	241
三、常见缺陷产生的原因及预防措施	245
四、返修方法	247
第2节 典型阀门堆焊焊条的应用	248
一、Cr13型阀门堆焊焊条的应用	249
二、铬锰型阀门堆焊焊条的应用	250
三、高温高压阀门堆焊焊条的应用	253
四、钴基合金堆焊焊条的应用	254
第3节 手工电弧堆焊设备	256
一、对手工电弧焊电源设备的要求	256
二、手工电弧焊机的选用原则及负载持续率	257
三、手工电弧焊机的维护修理	259
第4节 手工电弧堆焊的辅助装置	263
一、旋转工作台	263
二、斜度胎	265
三、自制的专用焊钳	265
参考文献	267
第8章 埋弧自动堆焊工艺、设备及辅助装置	268
第1节 密封面埋弧自动堆焊工艺特点	268
一、通常采用的方法	268
二、合金过渡的方式	269
第2节 密封面埋弧自动堆焊工艺	270
一、堆焊前堆焊面的加工	270

二、堆焊工艺规范的确定	270
三、堆焊	271
四、补焊	272
五、焊后热处理	272
第 8 节 堆焊规范对焊道成型和合金过渡的影响	272
一、堆焊电弧电压对焊道成型及合金元素过渡的影响	272
二、堆焊电流对焊道成型及合金元素过渡的影响	274
三、堆焊速度对焊道成型及合金元素过渡的影响	275
四、焊丝直径对堆焊焊道成型及合金元素过渡的影响	277
五、其它因素对堆焊焊道成型及合金元素过渡的影响	278
第 4 节 密封面埋弧自动堆焊常见缺陷的产生及预防	281
一、裂纹	281
二、气孔	282
三、夹渣	282
四、缺肉	283
第 5 节 密封面埋弧自动堆焊设备	283
一、改装的 MZ-1000 型埋弧自动堆焊机的结构特点	284
二、焊接电源	288
三、控制系统	288
第 6 节 密封面埋弧自动堆焊机常见故障及排除方法	300
第 7 节 密封面埋弧自动堆焊辅助装置	301
参考文献	304
第 9 章 等离子弧堆焊工艺及设备	305
第 1 节 等离子弧的产生及特点	305
一、等离子体	305
二、等离子弧	307
第 2 节 等离子弧堆焊设备	312
一、焊枪	312
二、机械装置	319
三、电器控制系统	323
四、水、气系统	333
五、设备的故障及排除	335
第 8 节 粉末等离子弧堆焊工艺	335

一、主要工艺指标	335
二、主要工艺参数分析	337
三、堆焊工艺	340
四、工艺故障分析及排除方法	348
五、典型产品堆焊实例	354
第4节 铜基合金粉末用于铸钢、铸铁阀门等离子弧堆焊工艺	359
一、堆焊工艺方法比较	359
二、铜基合金粉末堆焊的特点	360
三、堆焊工艺	362
四、典型产品堆焊实例	364
第5节 排丝等离子弧堆焊工艺	364
一、排丝等离子弧堆焊工艺特点	364
二、主要工艺参数分析	365
三、典型产品堆焊实例	366
参考文献	368
第10章 氧乙炔堆焊、喷焊设备及工艺	369
第1节 氧乙炔火焰	369
一、中性焰	370
二、碳化焰	371
三、氧化焰	371
四、各种火焰的获得及适用范围	372
第2节 气体	372
一、氧气	372
二、乙炔	372
第3节 氧乙炔堆焊、喷焊用设备及工具	373
一、乙炔发生器	373
二、瓶装乙炔	376
三、回火防止器	377
四、乙炔过滤器及干燥器	379
五、减压器	381
六、氧气瓶	381
七、氧乙炔焊炬	384
八、氧乙炔喷焊枪	384

九、橡胶管	390
第4节 氧乙炔堆焊工艺	392
一、铜合金的氧乙炔堆焊	392
二、钴基硬质合金的氧乙炔堆焊	394
三、镍基合金NDG-2*氧乙炔堆焊	401
第5节 氧乙炔喷焊工艺	405
一、焊前预处理	405
二、喷焊操作	406
三、喷焊件的后处理	410
四、尺寸测量	411
五、喷焊实例	411
参考文献	418
第11章 氩弧堆焊工艺及设备	419
第1节 氩弧焊原理及其在阀门密封面堆焊的应用	419
第2节 钨极氩弧焊设备	421
一、氩弧焊电源	421
二、高频振荡器	424
三、焊炬	426
四、供气系统	428
五、水路系统	432
六、电极材料	432
七、典型手工钨极氩弧焊设备	432
第3节 手工钨极氩弧焊工艺及操作技术	433
一、气体保护效果	433
二、焊前处理	434
三、钨极的直径及端部形状的选择	435
四、电源种类与极性的选择	435
五、堆焊规范的选择	436
六、操作技术	436
第4节 阀门密封面氩弧堆焊典型实例	437
一、铝青铜密封面堆焊实例	437
二、钴基合金堆焊实例	441
三、镍基合金堆焊实例	442

参考文献	443
第12章 热喷涂技术在阀门密封面上的应用	444
第1节 热喷涂原理及特点	444
一、热喷涂工艺分类	444
二、热喷涂工艺的优缺点	445
第2节 典型热喷涂材料的特性	446
一、热喷涂材料分类	446
二、镍包铝复合粉末	447
三、镍铬包铝复合粉末	449
四、铝青铜丝	449
第8节 镍包铝合金粉末在大型低压蝶阀上的应用	450
一、镍铝密封面的主要性能	450
二、镍铝涂层用于蝶阀及条件	456
第4节 镍基自熔性合金粉末在低压蝶阀上的应用	458
一、基体及密封面材料	458
二、涂层的力学性能	458
三、抗腐蚀性	459
四、使用寿命	460
第5节 电弧喷涂技术在阀门上的应用前景	460
一、电弧喷涂的特点	460
二、电弧喷涂在阀门上的应用前景	461
参考文献	463
第13章 密封面性能试验方法	464
第1节 硬度试验方法	464
一、布氏硬度试验	465
二、洛氏硬度试验	465
三、维氏硬度及显微硬度试验	466
四、高温硬度试验	468
五、各种材料适用的硬度试验法	468
第2节 密封面寿命试验	469
一、大流量动压寿命试验	470
二、小流量静压寿命试验	471
三、密封面寿命评定	473