

石油学院图书馆
基本馆藏

338774

中等专业学校教学用书

石油炼厂 设备制造工艺学

抚顺石油学院炼厂机械教研组编



中国工业出版社

本书是为石油中等专业学校石油炼厂机械专业编写的教材。书中主要介绍炼厂设备的制造工艺。其中包括焊接的基本原理、操作工艺炼厂主要设备，如钢结构、塔、换热器、双层金属和高压设备以及弯头的制造顺序及工艺等。

本书取材内容力求理论联系实际，文字叙述力求通俗易懂。

本书也可供石油及化工设备制造厂工程技术人员及有关中等学校和高等学校学生参考。

石油炼厂设备制造工艺学 抚顺石油学院炼厂机械教研组编

石油工业部编辑室编辑(北京北第六编石油工业部)

中国工业出版社出版(北京伟基胡同10号)

(北京市书刊出版事业许可出字第110号)

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $12^{5/8}$ ·插页1·字数320,000

1961年8月北京第一版·1962年5月北京第二次印刷

印数1,034—1,963·定价(9-4)1.45元

统一书号: K15165·127(石油-36)

前 言

本書是根据我国中等專業学校石油煉厂机械專業“煉油厂設備制造工艺学”課程的教学大綱編写的。

我国石油工業的高速度發展迫切需要大量的又紅又專的石油工業建設干部，但过去教学工作中沒有符合專業要求的教科書或教学參考書，使培养干部和提高教学質量的工作受到一定的影响。为此，我們根据党对教学工作的指示、石油工業發展的需要和几年来教学工作的体会以及現有資料，由教研室几名教师集体編写了这本书。由于時間倉促、資料和參考書不足、以及編者的水平和实际經驗所限，錯誤和缺点可能很多。請各校教师、同学、有关工程技術人員、工人同志給予批評指导，以便再版时更正。

撫順石油学院煉厂机械教研室

1961年4月15日

目 录

前言	3
第一章 緒論	10

第一篇 焊接工艺

第二章 电弧焊接过程的基本原理	12
第 1 节 电力过程	13
第 2 节 热力过程	15
第 3 节 熔滴傳送过程	17
第 4 节 冶金过程	19
第 5 节 焊接接头的金相組織	22

第三章 电焊机	25
第 1 节 概述	25
第 2 节 电焊机的分类	25
第 3 节 对电焊机的基本要求	26
第 4 节 分裂磁極式直流电焊机 (仿苏 CVT-2B 型)	26
第 5 节 他激及反磁繞組式直流电焊机 (仿苏 ПС-500 型)	30
第 6 节 阻流式的焊接变压器 (仿苏 CTЭ 型)	31
第 7 节 通常漏磁式的焊接变压器 (仿苏 CTH 型)	33
第 8 节 增加漏磁式的焊接变压器 (仿苏 CTAH-1 型)	35
第 9 节 振盪器	37
第 10 节 交流焊接变压器应用的特殊情况	39
第 11 节 簡易电焊机	41
第 12 节 多站式直流焊接發电机	42
第 13 节 电焊机的維護及保养	43
第 14 节 电焊机的故障及修复	44
第 15 节 电焊机型号的选择	46

第四章 鋼焊条	46
第 1 节 概述	46

第 2 节	鋼焊条的分类	47
第 3 节	对焊絲的要求	47
第 4 节	对焊药的要求	48
第 5 节	焊条的国家标准	51
第 6 节	焊接低碳鋼用的焊条	51
第 7 节	鉄粉焊条	55
第 8 节	焊条制造工艺	55
第 五 章	低碳鋼的手工焊接工艺	58
第 1 节	焊接用的工具	58
第 2 节	焊缝的空間位置	60
第 3 节	焊接规范的选择	61
第 4 节	手工电弧焊接的基本方法	63
第 5 节	薄板的焊接	75
第 6 节	厚板的焊接	76
第 7 节	焊缝的表示符号	77
第 六 章	焊接的变形与应力	79
第 1 节	概述	79
第 2 节	引起应力及变形的情况	80
第 3 节	减少或防止变形的办法	84
第 4 节	减少应力的办法	92
第 七 章	高生产率的手工电弧焊接法	95
第 1 节	提高生产率的途径	95
第 2 节	短弧焊	95
第 3 节	多条焊	99
第 4 节	三相电弧焊	101
第 5 节	我国工人所创造的先进电弧焊法	105
第 八 章	自动电弧焊	106
第 1 节	概述	106
第 2 节	自动电弧焊接法	107
第 3 节	焊缝的形成过程	107
第 4 节	焊接规范对于焊缝形状的影响	110
第 5 节	自动电弧焊接工艺	112

第 6 节	自动电弧焊接设备	124
第 7 节	焊接用的辅助工具	131
第 8 节	软管半自动电弧焊接	134
第 9 节	几种先进的自动及半自动电弧焊接	141
第九章	电阻焊	143
第 1 节	概述	143
第 2 节	电阻焊时的热源	144
第 3 节	点焊工艺	145
第 4 节	闪光对焊	149
第 5 节	管子对焊工艺	153
第十章	气焊	155
第 1 节	概述	155
第 2 节	电石	155
第 3 节	乙炔及其性质	156
第 4 节	乙炔发生器	158
第 5 节	ГНБ-1.25 型乙炔发生器	160
第 6 节	ГБП-1.25 型乙炔发生器	161
第 7 节	滴水式高压乙炔发生器	163
第 8 节	乙炔发生器的使用及安全技术	164
第 9 节	回火防止器	165
第 10 节	氧及其储存用的钢瓶	167
第 11 节	压力调节器	169
第 12 节	焊炬	171
第 13 节	燃烧的火焰	173
第 14 节	焊接工艺	174
第 15 节	压力气焊	179
第十一章	气割	180
第 1 节	概述	180
第 2 节	气割的基本原理	181
第 3 节	气割的条件	181
第 4 节	切割器	182
第 5 节	气割工艺	184
第 6 节	半自动及自动切割法	187

第 7 节 特殊切割法	190
第十二章 鋼的焊接性	191
第 1 节 焊接性的意义及等級	191
第 2 节 各种合金元素对鋼料焊接性的影响	191
第 3 节 鋼的焊接性的試驗法	193
第十三章 合金鋼焊接	193
第 1 节 概述	193
第 2 节 鉬鋼的焊接	195
第 3 节 鎢鉬鋼的焊接	195
第 4 节 高鉻鋼的焊接	197
第 5 节 18-8 型鋼的焊接	197
第十四章 鑄鉄焊接	200
第 1 节 概述	200
第 2 节 鋼焊条焊接法	201
第 3 节 鑄鉄焊条焊接法	202
第 4 节 銅鉄束状焊条焊接法	203
第十五章 有色金屬焊接法	208
第 1 节 概述	208
第 2 节 紫銅的焊接	209
第 3 节 黃銅的焊接	210
第 4 节 青銅的焊接	211
第 5 节 鋁的焊接	212
第 6 节 鉛的焊接	213
第十六章 修理工作中的焊接	214
第 1 节 堆焊	214
第 2 节 修补	215
第十七章 管道接头的焊接	216
第 1 节 概述	216
第 2 节 焊前工作的准备	217
第 3 节 焊条	219
第 4 节 焊接方法(不用襯环)	219
第十八章 焊接質量的檢驗	222

第 1 节	概述	222
第 2 节	焊缝的外部缺陷及其产生的原因	222
第 3 节	焊缝的内部缺陷及其产生的原因	224
第 4 节	焊缝的紧密性检验	227
第 5 节	鑽孔检验	228
第 6 节	X 光检验	229
第 7 节	γ 射线检验	234
第 8 节	超声波检验	235

第二篇 设备制造工艺

第十九章 设备制造工艺基础 245

第 1 节	设备制造的特点及工艺要求	245
第 2 节	设备制造的标准顺序	245
第 3 节	设备制造工艺过程的构成	247
第 4 节	毛坯种类及其选择原则	248
第 5 节	公差与配合	248

第二十章 坯料加工工艺 253

第 1 节	钢板及型钢的矫正	255
第 2 节	毛坯的净化	264
第 3 节	划线	267
第 4 节	展开	270
第 5 节	剪切	283
第 6 节	边缘加工	295
第 7 节	弯曲	299
第 8 节	热冲压加工	316

第二十一章 管子的弯曲及弯头的制造 319

第 1 节	管子弯曲的基本原理	319
第 2 节	管子弯曲的方法	320
第 3 节	管子的冷弯法	321
第 4 节	管子的热弯法	326
第 5 节	管子的褶弯法	329
第 6 节	弯头的制造	331

第二十二章 装配工艺 334

第 1 节	裝配的单位及其划分	334
第 2 节	裝配流程图	335
第 3 节	裝配工具	340
第二十三章	鋼結構及單体設備制造	344
第 1 节	鋼結構制造	344
第 2 节	塔的制造	353
第 3 节	换热器的制造	371
第 4 节	双層金屬及襯防蝕層設備的制造	377
第二十四章	高压設備的制造	391
第 1 节	概述	391
第 2 节	整体鍛造高压筒	391
第 3 节	單層厚板焊接高压筒	392
第 4 节	鑄鋼高压筒	392
第 5 节	繞帶式高压筒	392
第 6 节	多層卷板式高压筒	397
参考文献		405

第一章 緒 論

煉厂設備制造工艺学是研究煉厂設備的制造工艺。它是培养煉厂机械專業的工程技术干部必修的主要專業課之一。通过这门課的學習达到掌握設備制造的基本原理、实际知識及操作技能。并在此基础上制訂出多、快、好、省的施工工艺設計，組織与领导工人开展技术革新和技术革命。在學習这门課时，应与煉厂設備的結構与計算及安裝与修理等課程密切配合，使学生能設計出合乎制造工艺要求的新型設備。

煉厂設備的制造工艺有着很廣泛的綜合性。它几乎包括了金屬的各种加工方法，如鍛压、热处理、切削加工、焊接、冷热冲压以及特殊的裝配作業等。在學習这门課时应先掌握一定的基础技术知識，如金屬工艺学、机械制圖、电工学以及必要的实际生产知識和技能。

我国的石油工業和其它工業一样，在总路綫、大躍进、人民公社三面紅旗照耀下，它正在以空前未有的速度發展。随着技术革命和技术革新运动的开展，时刻都有新的石油加工过程和新型的設備出現。煉油設備制造工業是随着石油工業的發展而成長的。

我国的石油工業虽在1907年就开始了天然石油的鑽探，但石油加工所用設備的裝建，还是在玉門發現了大量天然石油以后，在1939年才开始。此后，在玉門开始裝建簡單的蒸餾設備，到1947年才开始进行裝建一部分裂化設備。由于帝国主义的掠夺，官僚资产阶级的壟断及封建势力的阻碍，所用的煉油設備，即使是最簡單的蒸餾釜，都是从外国运来的。技术也被帝国主义分子所壟断，旧中国根本没有什么煉油設備制造工業，一般的冷作厂只是修修配配，敲敲打打，并且裝备陈旧，管理混乱，处在一个極端落后的状态中。

解放后，由于党的正确领导与关怀，以及苏联等兄弟国家的無私援助，在短短的几年中，煉油設備制造工業有了迅速的發展，从根本上改变了过去的落后面貌。目前我国不仅拥有現代技术装备的蘭州石油机械制造厂和石油安裝工程局，專門从事煉油設備的制造和安裝工作。此外，很多石油加工厂及鍋爐制造厂也能制造整套的煉油設備。建厂所需的煉油設備絕大部分都是我国自己制造的，如高压、双層金屬以及一般的煉油設備。在大躍进的1958年中，我国試制了設計压力为数百大气压的鑄鋼高压筒，爆破压力达3000余大气压。这一大胆的創举打破了一般文献上認為不能用鑄鋼制造高压筒的迷信。1959年蘭州煉油厂制成了直徑6400毫米、高27320毫米、壁厚16毫米、重量达185吨的減压塔。由于貫徹了“洋土并举”的方針，利用簡易的設備制造出合乎質量要求的头盖及弯头等。在制造方法上及技术装备上采用最先进的自动焊、半自动焊及电渣焊等代替鉚接；以机械化、半机械化的施工代替了笨重的体力劳动。并且通过实际工作的鍛煉，也培养出一大批从事設備制造的技术干部。但是由于原来基础薄弱，在目前的情况下，我国的煉油設備制造工業还是处在初期阶段。根据我国石油資源和国民經济建設需要来看，必須建設更多更大的煉油厂，生产更多的石油产品，才能滿足工業、農業、交通运输業、国防工業以及民用的需要。應該生产更多的石油产品供給人民公社化以后的农村，以實現農業机械化。因此，煉厂設備的制造不能只限于現場裝建，必須有更多的正規的制造厂出現。此外，进一步提高煉厂設備制造技术水平也是迫不及待的，設備制造必須相应地向着操作机械化，設備自动化与生产綫流水化的方向發展。此外，在以往的基础上把設備制造工艺加以系統的总结、研究与提高，創造出一套适合我国具体条件的設備制造方法。

同學們是石油工業未来的工作者，应当担当起这个光荣的任务。为了迎接石油工業即將来到的更大的躍进，頑强的學習，攀登這門科学技术的高峰。

第一篇 焊接工艺

近代的煉油设备大多采用焊接方法而制成的。铆接方法已被淘汰。因为焊接比铆接能节省鋼材，縮短生产周期，降低制造成本等。此外，更主要的是焊接的设备其焊缝严密而可靠，無論在常溫、高溫或低溫的条件下，焊缝的强度总是与基本金屬相等；铆接的设备在铆釘附近的鋼材会發生强烈的塑性变形，因而降低了材料的韌性，但铆接結構不能再一次的退火而恢复其原来的机械性能；在铆接设备上，可以看出在铆接处存在很大的內应力，而在焊接设备上，如果經過高溫退火的热处理，其所存在的內应力就会降低。若是制造厚度大于 50 毫米的厚壁容器，并且要求达到足够的紧密程度，則用較長的铆釘来連接是困难的。在許多情況下，当操作溫度略高时，接縫的紧密性就被破坏，可能造成事故。所以煉油厂的设备是用焊接方法来进行制造，尤其是壁厚超过 50 毫米者，更不宜使用铆接方法。

在设备制造工艺中所采用的焊接方法，大多是电弧焊接法，而气体火焰加工法也常采用，所以本篇重点介紹这方面的有关問題。

第二章 电弧焊接过程的基本原理

电弧焊接就是利用電極（一般为焊条）在工件上引起电弧，并以电弧燃燒所生成的热量来达到焊接金屬的目的。电弧焊接是目前应用比較广的一种焊接方法。电弧焊接过程的基本原理可以分为电力过程，热力过程，熔滴傳送过程及冶金过程等几个方面来敘述。

第 1 节 电力过程

一、电弧的定义 焊接是从引燃电弧开始的。在电极与工件之间的介质中，持久的有力的放电叫做焊接电弧。此项放电造成集中的热源，用以熔化金属。在一般情况下介质是不导电的。为了使电弧能够存在，必须在介质内具有带电微粒，即阳离子，阴离子及电子等。离子即为带电的原子。在介质内存在的电子数量愈多则对于电弧连续不断的燃烧起着有益的作用。因为电子的质量非常小，它在电弧的气柱中被加速到接近于光的速度。电子在飞行过程中遇到原子或分子时，就激起它们的充电，使它们变为离子，这样就增加了介质的导电性，电弧燃烧就愈稳定。

二、引燃电弧的方法 为了使工件与电极间的介质具有带电的微粒，使电弧引燃并继续燃烧可由下列二种方法来实现：

1. 高压法 使电极与工件之间保持 1~2 毫米的间隙，并加上 1000 伏以上的高压电，在这样高的电压作用下，介质间隙被电击穿而引起电弧。

这种方法在引燃电弧时虽然不必使电极与工件接触，但因用的是高压电，危及人身安全，不宜采用。

2. 低压法 亦称短路法。开始时用电极与工件接触成为短路，并很快地分开，使它们之间相距 2~4 毫米，此时电弧就被引燃。如用直流电来引燃，则需电压为 40~70 伏；用交流电来引燃，则需电压 55~90 伏。

低压法引燃电弧所需的电压较低，故比较安全，现一般都用此法来引燃电弧。它引燃电弧的基本原理是这样的：当短路时，电极末端只是有几点和工件表面接触（见图 2-1）。在这些点内，电流的密度达到非常大的数值，在“楞次—焦耳”热的作用下金属熔化成液体，并有一部分化为气体（如在电极上涂有焊药则也要生成一部分焊药蒸汽）。当电极离开后，在空气间隙中充满了热的容易电离的金属蒸汽，焊药蒸汽的微粒和热空气，使得空气间

隙的导电性增加，电荷易于通过。另外，也由于电极及工件表面被加热，使得其表面的电子易于逸出，从一极飞向另一极。再有，当电极短路时，在焊接回路中达到最大的电流，建立了磁场，同时也积聚了磁能。当电极离开工件后，焊接回路中的电流逐渐减少，依据楞次定律，磁能要变为电能，以增高电极间引燃电弧所必需的电位。电弧引燃得顺利与否，也依供给电弧的电源特性来决定。在短路时，电极间的电压几乎等于零。在电极脱离之后，电源应该很快地提高到18~24伏特，这个电压是为了电弧燃烧所必需的。电压恢复的时间不应大于0.05秒。

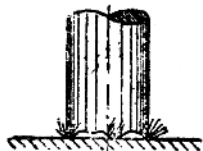


圖 2-1 电极与工件短路

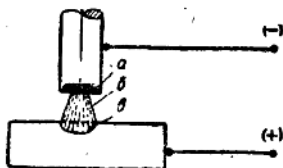


圖 2-2 电弧的基本部分
a—陰極區；b—弧柱；c—陽極區。

电弧引燃后，由于放出大量的热和光，使得空气间隙的导电性更好，电荷易于通过，电弧保持繼續燃燒。

三、电弧的構造 电弧有下列各基本部分组成（圖 2-2）。

1. 陰極區（圖 2-2 之 a）陰極區的表面名為陰極輝點。在陰極輝點中电子得到了为冲出到弧柱中所必需的速度。从陽極飞来的陽离子在此和电子中和，并放出热量。

在陰極區內的电位降約为10~16伏特，視电弧气体的电离电位而定。

2. 陽極區（圖 2-2 之 c）陽極區的表面為陽極輝點。在陽極輝點中接受从陰極飞来的电子，与之中和并放出热量。此区域电压降約为6~8伏特。

3. 弧柱（圖 2-2 之 b）电子从陰極向陽極的移轉过程及陽离子从陽極向陰極的移轉过程，都在弧柱內發生。弧柱的形狀为一截头圓錐形，上小下大。

用優質焊條焊接時，在這個區域內的電位降為 5~6 伏特。

第 2 節 熱力過程

一、熱量的來源 在用優質焊條焊接時的熱量由下列幾個方面所產生的：

1. 在陰極區和陽極區內由帶電微粒的位能和動能轉化而成的；

2. 在電弧柱中，電子能量消耗在氣體原子的激動過程中而發生的輻射能轉化而成的；

3. 冶金反應所產生的化學能——這是由於一部分元素在焊接時的氧化而生成的。

二、熱量的支出 用優質焊條手工焊接時熱量的支出有下列幾個方面：

1. 輻射損失達 22%；

2. 飛濺損失達 10%；

3. 熔化電極金屬達 23%；

4. 熔化焊藥達 7%；

5. 熔化基本金屬達 8%；

6. 熱量的損失（熱的傳導及加熱工件的冷卻）達 30%。

用於焊接的支出為 3、4 及 5 三項。故在手工焊接時熱量的利用率僅為 38%。

三、電弧的熱量分佈 在直流碳極電弧中，溫度，熱量及光通量的分佈如圖 2-3 所示。陰極區內溫度 $T_k = 3200^\circ\text{C}$ ，放出熱量 q_k 佔總數 38%，光通量 F_k 佔總數的 10%。陽極區內溫度 $T_a = 3400^\circ\text{C}$ ，放出熱量 q_a 佔總數 42%，光通量 F_a 佔總數 85%。在弧柱內的溫度 $T_c = 6000^\circ\text{C}$ ，放出熱量 q_c 佔總數

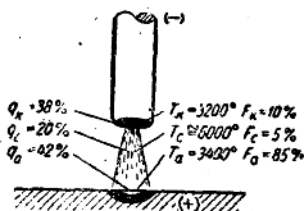


圖 2-3 在碳極電弧中，溫度、熱量及光通量的分佈

20%, 光通量 F_c 佔总数 5%。

四、正联与反联 用直流电进行焊接时, 由于工件和电极所接的电源性质不同, 可分为正联与反联。

1. 正联 工件接电焊机的“+”极, 焊条接电焊机的“-”极(圖 2-4)。

在施焊过程中, 对焊件加热及熔化时需要大量热能, 就用这种方法联结。这是因为阴极放出电子流在阳极上爆花, 因此阳极发热程度较阴极为热。

2. 反联 焊件接电焊机的“-”极, 焊条接电焊机的“+”极(圖 2-5)。用于焊件不需要高热的情况下, 如焊接合金钢, 薄板等就需要反联。

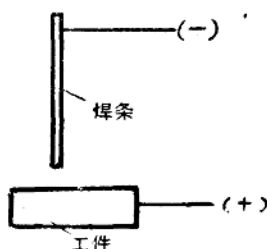


圖 2-4 正联

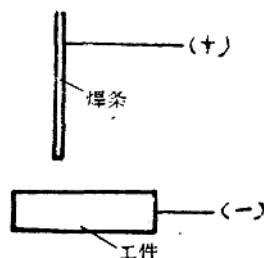


圖 2-5 反联

在一般情况下, 焊件需要的热量永远大于焊条所需要的热量, 所以正联用得较多。

五、熔化系数 熔化系数的含意即为在每小时每安培电流强度所熔化焊条金属的重量, 基单位为克/安培·小时。

薄药焊条的熔化系数为 7.2 克/安培·小时。

厚药焊条的熔化系数为 8~13 克/安培·小时。

知道了焊条的熔化系数以后, 对一定截面大小的焊缝就可以从理论上计算出焊条的消耗量及焊接工时。

$$G = \frac{K_p \cdot I (1 + K_1 + K_2)}{1000}$$

$$T = \frac{7.85 \times F}{K_p \cdot I \cdot l}$$

式中 G ——焊条的消耗量 (公斤/小时);

K_p ——熔化系数 (克/安培·小时);

I ——电流强度 (安培);

K_1 ——焊药占焊条总重量的百分数;

K_2 ——飞溅损失率;

T ——焊接工时 (小时);

F ——焊缝横截面积 (厘米²);

l ——焊缝长度 (厘米)。

第 3 节 熔滴傳送过程

一、傳送的情况 在填充金属不作为传导电流的一切焊接方法中, 填充金属熔滴的傳送比較簡單, 它与气焊相似。

当用金属極的电弧焊时, 焊条既是导电的导体同时又是填充金属, 則焊条金属的熔滴傳送到工件上的过程要复杂得多。焊条金属熔滴傳送到工件上的情况可以用圖 2-6 來說明。a 为电弧引燃的时刻; b 为焊条末端开始形成熔滴, 并在力的作用下形成縮頸狀; c 为熔滴繼續增大并下垂与工件短接; 此时流过較大的电流促使熔滴很快地从焊条上脫落; d 为熔滴脫落后重新發生电弧。焊条金属熔滴向工件傳送的情况就是这样繼續不断地重复。在短弧焊接时每秒钟要重复 5 到 40 次。当用長弧焊接时就不会發生短路現象。

在焊接过程中, 熔滴的大小是不一定的。其直径从千分之一

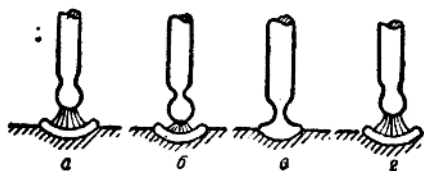


圖 2-6 熔滴傳送过程