

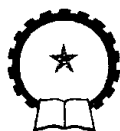
# 焊剂的性能 与使用

苏仲鸣 编著

机械工业出版社

# 焊 剂 的 性 能 与 使 用

苏仲鸣 编著



机 械 工 业 出 版 社

## 前 言

由于科学技术的发展，使用的金属材料种类迅速增加，促使焊接材料不断地创新。埋弧焊是一种比较先进的工艺，它广泛用于农业、国防、交通运输和机器制造业中。特别是最近10多年来，埋弧自动焊又有了很大发展，它不仅用于大型设备、锅炉、石油化工容器、桥梁、飞行器等结构的焊接，还可用于修复各种磨损的设备零件，使其获得更高的耐磨性能和其它技术性能，使焊缝金属质量以及焊接构件吨位大为提高。

随着埋弧焊接的发展，焊剂的品种和数量也在不断增加。30多年来我国焊接工作者对各种渣系焊剂进行了大量研究工作，创造了适合我国资源情况的多种渣系焊剂，填补了一些空白。特别是在低锰、中锰及非熔炼焊剂的研制工作中，取得了一定的成果。

埋弧焊焊剂是由不同成分的矿物原料，按不同的生产方法制造而成。因此每一种型号焊剂都具有不同的特性。为保证焊缝金属的化学成分、机械性能，特别是为获得较高的焊缝金属韧性，有效地控制焊缝金属中的气体、硫和磷等有害杂质的含量，提高焊缝金属的抗脆性破坏的能力，避免焊接过程中可能出现的各种缺陷，恰当地选择焊剂是极为重要的。

对某一种材质来说，焊剂和焊丝的配合方案往往不止一种，只有对焊剂渣系有较深入的了解，才能大大减少焊剂、焊丝配合初选方案的数量，节约费用和试验时间。

#### IV

目前在实际工作中,无论熔炼焊剂还是非熔炼焊剂都得到了广泛的应用。这两大类焊剂在性能和用途方面都有独到之处。熔炼焊剂具有化学成分均匀、防潮性能好等特点,当除去焊剂粉末时其化学成分不会发生变化,因而焊剂和金属的熔化比例改变时不会对焊缝金属性能和成分有很大影响。非熔炼焊剂可以通过增加不同成分的脱氧剂(如 Mn、Si、Ti、Al等)获得较强的抗锈性能和抗氧化性能。但当焊接参数变化时,对焊缝金属成分产生较大影响。

总之,为了正确地选择、使用焊剂,必须了解各种渣系焊剂的物理性能和冶金性能,以满足焊接工艺的各种要求。期望本书能对读者有所帮助。

本书在编写过程中曾得到许多同行的支持和帮助,特别值得提出的有王先礼、周光祺、陈伯蠡教授,他们在本书编写过程中给予审阅并提出了宝贵的意见。哈尔滨焊接研究所叶栋林同志在第一章绪论中提供了资料;冶金部钢铁研究总院陈良才同志对我国非熔炼焊剂研制、使用情况进行了补充。此外,方婉莹高级工程师为本书的编辑出版付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢。

由于编著者水平所限,书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

作者

1989年6月

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第一章 概论 .....               | 1  |
| 第一节 埋弧焊的特点及应用 .....        | 1  |
| 一、埋弧焊的优缺点 .....            | 2  |
| 二、埋弧焊的应用范围 .....           | 5  |
| 第二节 焊剂分类 .....             | 6  |
| 一、按焊剂的用途分类 .....           | 6  |
| 二、按所焊材料分类 .....            | 6  |
| 三、按制造方法分类 .....            | 6  |
| 四、按焊剂的化学成分分类 .....         | 7  |
| 五、按焊剂的渣系分类 .....           | 7  |
| 六、按焊剂的化学性质分类 .....         | 8  |
| 七、按焊剂的特殊性能来命名 .....        | 9  |
| 八、根据焊缝金属的机械性能分类 .....      | 9  |
| 九、我国目前使用的焊剂型号 .....        | 10 |
| 十、关于我国埋弧焊用焊剂标准 .....       | 12 |
| 第三节 我国和其它工业国家的焊剂生产状况 ..... | 14 |
| 参考文献 .....                 | 19 |
| 第二章 熔炼焊剂及非熔炼焊剂的生产 .....    | 21 |
| 第一节 焊剂生产原料 .....           | 21 |
| 一、原料的管理 .....              | 22 |
| 二、各种常用原料性能及要求 .....        | 23 |
| 第二节 电炉的构造 .....            | 39 |
| 一、炉膛的形状及尺寸 .....           | 39 |
| 二、电炉内衬的砌筑 .....            | 50 |
| 三、炉盖 .....                 | 56 |



|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| 四、水冷炉体 .....                                               | 59  |
| 五、电极 .....                                                 | 60  |
| 第三节 原材料的准备及成品处理 .....                                      | 62  |
| 一、原料的破碎 .....                                              | 62  |
| 二、筛分 .....                                                 | 66  |
| 三、搅拌 .....                                                 | 68  |
| 四、干燥 .....                                                 | 69  |
| 五、磁选 .....                                                 | 71  |
| 第四节 熔炼焊剂的配料及计算 .....                                       | 72  |
| 一、配料方法 .....                                               | 72  |
| 二、配料计算 .....                                               | 74  |
| 三、配料图表算法 .....                                             | 87  |
| 四、焦炭的使用 .....                                              | 91  |
| 第五节 $\text{SiO}_2\text{-MnO}$ 渣系焊剂炉料在熔炼过程中各组分的变<br>化 ..... | 93  |
| 一、氧化锰的变化 .....                                             | 94  |
| 二、氧化硅的变化 .....                                             | 97  |
| 三、氧化铁的变化 .....                                             | 100 |
| 四、氟化钙和氧化钙的变化 .....                                         | 103 |
| 五、硫和磷的变化 .....                                             | 106 |
| 六、氧化镁、氧化铝及氧化钾、钠的变化 .....                                   | 112 |
| 第六节 焊剂的熔炼 .....                                            | 114 |
| 一、炉底熔体的存留 .....                                            | 115 |
| 二、炉料的颗粒度 .....                                             | 116 |
| 三、炉内装料量 .....                                              | 117 |
| 四、加料及熔炼过程注意事项 .....                                        | 118 |
| 五、焊剂的粒化 .....                                              | 124 |
| 六、焊剂的干燥 .....                                              | 126 |
| 七、无锰焊剂熔炼特点 .....                                           | 128 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 八、萤石和氟化物的精炼 .....        | 129 |
| 第七节 非熔炼焊剂 .....          | 130 |
| 一、粘结、烧结焊剂的抗锈性能 .....     | 132 |
| 二、粘结、烧结焊剂的生产 .....       | 133 |
| 三、非熔炼焊剂脱氧剂的选择 .....      | 136 |
| 四、非熔炼焊剂的冶金特点 .....       | 137 |
| 第八节 熔炼焊剂与粘结焊剂的比较 .....   | 145 |
| 参考文献 .....               | 147 |
| 第三章 焊剂-熔渣的结构 .....       | 150 |
| 第一节 焊剂的类型及其组成 .....      | 150 |
| 第二节 氧化物型焊剂-熔渣的结构 .....   | 152 |
| 一、硅酸盐焊剂中负离子团的聚合状态 .....  | 157 |
| 二、硅酸盐焊剂中负离子团的聚合强度 .....  | 160 |
| 三、硅酸盐焊剂结构形态 .....        | 168 |
| 第三节 盐-氧化物型焊剂-熔渣的结构 ..... | 175 |
| 第四节 盐基型焊剂-熔渣的结构 .....    | 178 |
| 第五节 分子学说 .....           | 180 |
| 参考文献 .....               | 184 |
| 第四章 焊剂(熔渣)的物理性质 .....    | 185 |
| 第一节 焊剂(熔渣)的熔化温度和粘度 ..... | 187 |
| 一、焊剂的熔化温度 .....          | 187 |
| 二、熔渣的粘度 .....            | 190 |
| 第二节 焊剂(熔渣)的表面张力 .....    | 204 |
| 第三节 焊剂的密度 .....          | 223 |
| 第四节 焊剂(熔渣)的电导性能 .....    | 230 |
| 参考文献 .....               | 236 |
| 第五章 焊剂的冶金性能 .....        | 233 |
| 第一节 焊剂的化学性质 .....        | 238 |
| 一、焊剂-熔渣的碱度 .....         | 238 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 二、焊剂的碱度与其化学性质 .....      | 240 |
| 三、焊剂-熔渣的活性 .....         | 248 |
| 四、根据相对化学活性系数分类焊剂 .....   | 253 |
| 五、焊剂-熔渣的吸气性 .....        | 257 |
| 第二节 液态金属与焊剂-熔渣的反应 .....  | 262 |
| 一、焊接时熔焊金属的氧化 .....       | 263 |
| 二、焊接时焊缝金属中氧的来源 .....     | 265 |
| 三、焊接时硅锰的还原过程 .....       | 271 |
| 第三节 焊剂-熔渣还原反应的副作用 .....  | 281 |
| 一、氧对低碳钢焊缝金属性能的影响 .....   | 281 |
| 二、氧对合金钢焊缝金属性能的影响 .....   | 282 |
| 三、氧对耐蚀钢焊缝金属性能的影响 .....   | 286 |
| 四、钛、铝氧化物对焊缝金属的氧化作用 ..... | 291 |
| 五、钛、铝氧化物对焊缝金属性能的影响 ..... | 298 |
| 六、锆氧化物对焊缝金属机械性能的影响 ..... | 300 |
| 第四节 焊接时金属的脱氧 .....       | 301 |
| 第五节 氮在焊接过程中的作用 .....     | 306 |
| 第六节 焊接时硫和磷的反应 .....      | 309 |
| 一、焊剂成分对脱硫的影响 .....       | 311 |
| 二、焊剂成分对脱磷的影响 .....       | 317 |
| 第七节 有害杂质当量的概念 .....      | 324 |
| 第八节 焊剂的抗气孔性能 .....       | 328 |
| 一、焊剂成分的影响 .....          | 328 |
| 二、焊剂物理性能对产生气孔的影响 .....   | 334 |
| 三、焊剂(熔渣)中氢的来源 .....      | 341 |
| 参考文献 .....               | 344 |
| 第六章 焊剂的工艺性能 .....        | 347 |
| 第一节 焊剂-熔渣的稳弧作用 .....     | 347 |
| 第二节 焊剂的脱渣性能 .....        | 350 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第三节 焊剂的成形性能 .....          | 360 |
| 一、焊剂颗粒度及堆积密度对焊缝形状的影响 ..... | 360 |
| 二、焊剂的化学成分及粘度对焊缝成形的影响 ..... | 363 |
| 三、焊剂的堆放高度 .....            | 367 |
| 参考文献 .....                 | 368 |
| 第七章 低碳钢及低合金结构钢用焊剂 .....    | 370 |
| 第一节 低碳钢及低合金结构钢的埋弧焊接 .....  | 370 |
| 一、低碳钢成分特点 .....            | 370 |
| 二、低合金结构钢成分特点 .....         | 370 |
| 三、埋弧焊特点 .....              | 371 |
| 第二节 常见焊剂的特点及使用 .....       | 379 |
| 一、高硅高锰焊剂 .....             | 381 |
| 二、中锰、低锰及无锰焊剂 .....         | 386 |
| 三、其它国外焊剂 .....             | 393 |
| 四、管材焊接用焊剂 .....            | 426 |
| 五、含有氧化铁的低活性焊剂 .....        | 432 |
| 六、低碳钢及低合金钢用非熔炼焊剂 .....     | 434 |
| 参考文献 .....                 | 440 |
| 第八章 碳素结构钢及合金结构钢用焊剂 .....   | 442 |
| 第一节 碳素结构钢及合金结构钢的埋弧焊接 ..... | 442 |
| 一、碳素钢的成分及埋弧焊接 .....        | 442 |
| 二、合金结构钢成分及埋弧焊接 .....       | 443 |
| 第二节 常见焊剂的特点及使用 .....       | 447 |
| 一、国产焊剂 .....               | 447 |
| 二、国外焊剂 .....               | 451 |
| 参考文献 .....                 | 457 |
| 第九章 耐热钢及不锈钢用焊剂 .....       | 458 |
| 第一节 耐热钢及不锈钢埋弧焊接 .....      | 458 |
| 第二节 耐热钢的埋弧焊接 .....         | 465 |

## X

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第三节 奥氏体钢和合金的焊接 .....    | 466 |
| 一、国产焊剂 .....            | 468 |
| 二、国外焊剂 .....            | 470 |
| 三、高合金钢用非熔炼焊剂 .....      | 477 |
| 参考文献 .....              | 479 |
| 第十章 常见有色金属及其合金用焊剂 ..... | 480 |
| 第一节 铝及其合金的埋弧焊接及焊剂 ..... | 480 |
| 一、焊缝气孔 .....            | 482 |
| 二、焊缝金属组织 .....          | 483 |
| 三、常见埋弧焊剂 .....          | 493 |
| 第二节 铜及其合金的埋弧焊接及焊剂 ..... | 498 |
| 一、常见埋弧焊剂及粉剂 .....       | 503 |
| 二、铜材电渣焊用焊剂 .....        | 505 |
| 第三节 镍及其合金的埋弧焊接及焊剂 ..... | 509 |
| 一、镍及其合金的埋弧焊接特点 .....    | 509 |
| 二、常用埋弧焊剂及粉剂 .....       | 513 |
| 第四节 钛及其合金的埋弧焊接及焊剂 ..... | 518 |
| 一、钛及其合金的埋弧焊接特点 .....    | 518 |
| 二、常见焊剂 .....            | 525 |
| 第五节 镁及其合金的埋弧焊接及焊剂 ..... | 527 |
| 一、镁及其合金的埋弧焊特点 .....     | 527 |
| 二、使用的焊剂 .....           | 529 |
| 参考文献 .....              | 531 |
| 第十一章 堆焊时焊剂的选用 .....     | 532 |
| 第一节 堆焊用焊接材料特点 .....     | 532 |
| 第二节 堆焊用熔炼焊剂 .....       | 540 |
| 第三节 堆焊用粘结焊剂 .....       | 544 |
| 参考文献 .....              | 553 |
| 第十二章 电渣焊焊剂的选用 .....     | 554 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第一节 对焊剂-熔渣粘度及电导率的要求 .....            | 554 |
| 第二节 对焊剂-熔渣表面张力、吸附能力及浸润性<br>的要求 ..... | 561 |
| 第三节 脱气、脱硫、脱磷反应 .....                 | 566 |
| 第四节 各类钢种电渣焊用焊剂 .....                 | 568 |
| 一、碳素钢电渣焊 .....                       | 568 |
| 二、低合金钢电渣焊 .....                      | 569 |
| 三、中合金钢电渣焊 .....                      | 570 |
| 四、高合金钢电渣焊 .....                      | 574 |
| 五、铸铁电渣焊 .....                        | 577 |
| 六、电渣堆焊耐磨和耐腐蚀合金层 .....                | 580 |
| 七、钢上电渣堆焊铜及铜合金 .....                  | 581 |
| 八、电渣焊常用焊剂举例 .....                    | 582 |
| 参考文献 .....                           | 587 |
| 第十三章 焊剂的物理性能测定及工艺性能试验 .....          | 588 |
| 第一节 焊剂的物理性能测定 .....                  | 588 |
| 一、水分测定 .....                         | 588 |
| 二、堆积密度测定 .....                       | 588 |
| 三、外观及颗粒度检查 .....                     | 589 |
| 四、熔化温度的测定 .....                      | 589 |
| 五、粘度测定 .....                         | 593 |
| 六、表面张力的测定 .....                      | 599 |
| 七、界面张力的测定 .....                      | 607 |
| 八、熔体焊剂密度的测定 .....                    | 612 |
| 九、熔融焊剂的电导性能测定 .....                  | 615 |
| 第二节 焊剂工艺性能试验 .....                   | 617 |
| 一、稳弧性能测定 .....                       | 617 |
| 二、抗锈性能试验 .....                       | 618 |
| 三、脱渣性能检验 .....                       | 619 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 四、焊缝表面成形的检查 ..... | 620 |
| 五、焊缝晶间耐腐蚀试验 ..... | 621 |
| 参考文献 .....        | 622 |

# 第一章 概 论

## 第一节 埋弧焊的特点及应用

埋弧焊接方法是在本世纪 40 年代初期出现的〔1〕，半个世纪以来获得了迅速的发展，已广泛地被各工业部门所采用。

埋弧焊的焊接过程如图 1-1 所示。首先将焊剂 1 均匀地堆放到待焊工件的焊接部位上，焊丝 2 由送丝机构通过导电嘴并穿过焊剂层送进到焊接区。当在焊丝和焊件之间引燃电弧 3 之后，由于电弧作用使局部母材、焊丝端头及部分焊剂熔化和蒸发。金属和焊剂的蒸发气体以及焊剂受热熔化所产生的气体形成了一个空腔，空腔被熔化的焊剂所形成的熔渣 5 包围。焊接电弧就在这个空腔内燃烧。在焊接电弧热的作用下，熔化的焊丝和母材金属形成焊接熔池 4。随着焊接电弧向前移动，焊接熔池尾部的金属冷却凝固并形成焊缝，从而使焊件连接起来或者在工件上堆敷一层特殊要求的金属层。熔渣也随之冷却凝固而形成包敷在焊缝上的一层渣壳 8。

埋弧焊有自动焊和半自动焊两种形式。所谓自动埋弧焊是指焊丝自动送进，焊接电弧自动向前移动。有时焊接电弧固定不动，焊接工件自动移动或转动。在自动埋弧焊接过程中，一般均带有自动撒焊剂装置及自动回收未熔化焊剂装置。埋弧自动焊应用十分广泛。

所谓半自动埋弧焊是指焊丝自动送进，由焊工手持焊枪使焊接电弧移动，用于焊接形状不规正的焊件和补焊方面，

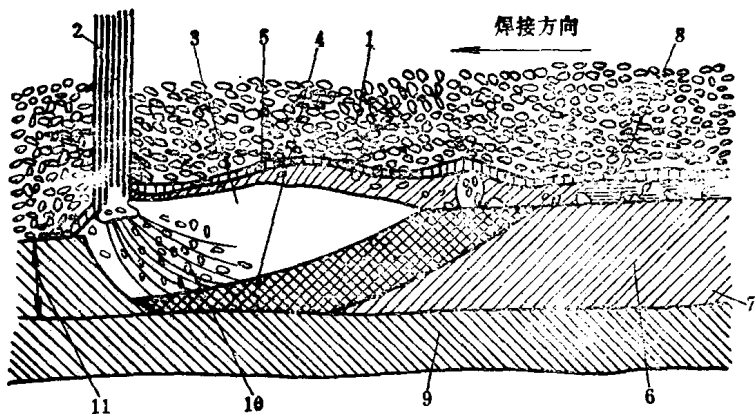


图1-1 埋弧自动焊过程示意图

1—焊剂 2—焊丝 3—焊接电弧 4—焊接熔池 5—熔渣 6—焊缝  
7—焊件 8—渣壳 9—母材 10—金属熔滴 11—熔深

## 一、埋弧焊的优缺点

### 优点:

#### 1. 焊接生产率高

埋弧自动焊的焊接生产率比涂料焊条焊接的手工电弧焊高5~10倍，而且随着焊件厚度的增加，两种焊接方法的生产率差距会越来越大<sup>[1]</sup>。这种情况是由以下原因造成的。

(1) 电流密度高 埋弧自动焊与手工电弧焊焊接电流及电流密度的比较见表1-1。这是由于导电嘴直接靠近焊接电弧，焊丝伸长很短，加上有焊剂保护，可以使用很大的焊接电流。而手工电弧焊则不然，一根新焊条在启焊时，电焊条夹持端与电焊钳接触点至电焊条引弧端距离很长，如果焊接电流太大时，焊芯受热会使焊芯发红，焊条药皮变质，乃至剥离脱落。

(2) 热效率高 由于焊剂和熔渣的隔热作用，电弧基

表1-1 自动埋弧焊与手工电弧焊焊接电流及电流密度的比较<sup>〔2〕</sup>

| 焊丝或焊芯直径<br>(mm) | 埋 弧 自 动 焊   |                              | 手 工 电 弧 焊   |                              |
|-----------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
|                 | 焊接电流<br>(A) | 电流密度<br>(A/mm <sup>2</sup> ) | 焊接电流<br>(A) | 电流密度<br>(A/mm <sup>2</sup> ) |
| 2               | 200~400     | 63~125                       | 50~65       | 16~25                        |
| 3               | 350~600     | 50~85                        | 80~130      | 11~18                        |
| 4               | 500~800     | 40~63                        | 125~200     | 10~16                        |
| 5               | 700~1000    | 35~50                        | 190~250     | 10~12                        |

本上没有热的辐射损失，飞溅造成的热量损失也很小。虽然用于熔化焊剂的热量有所增加，但总的热效率比手工电弧焊高很多，电弧热量主要用于熔化焊丝和母材。埋弧自动焊与手工电弧焊热量平衡比较见表 1-2。

表1-2 热量平衡比较表

| 焊接方法  | 热量形成(%) |    | 热 量 分 配 (%) |    |         |      |      |         |
|-------|---------|----|-------------|----|---------|------|------|---------|
|       | 两个极区    | 弧柱 | 辐射          | 飞溅 | 熔化焊丝或焊芯 | 熔化母材 | 母材导热 | 熔化焊剂或药皮 |
| 埋弧自动焊 | 54      | 46 | 1           | 1  | 27      | 45   | 3    | 25      |
| 手工电弧焊 | 66      | 34 | 22          | 10 | 23      | 8    | 30   | 7       |

(3) 焊接速度高 由于电流密度高及电弧热量损失小，故可以用很高的焊接速度进行焊接。例如，8~10mm厚的钢板进行手工电弧焊时，其焊接速度不会超过6~8m/h；而采用埋弧自动焊时，其焊接速度可达30~40m/h，个别情况可高达120~160m/h<sup>〔1〕</sup>。焊接2.2mm厚的钢板时，焊接速度为151.2m/h<sup>〔3〕</sup>。

(4) 熔深大 由于焊接电流高，电流密度大，电弧吹力强，所以熔深很大。减少了所需填充金属数量。一般不开坡口单面一次焊接熔深可达20mm<sup>〔1、2〕</sup>，25.4mm钢板，当

焊接电流为 1500 A，焊接速度为 14.4 m/h 时，可一次焊透<sup>[3]</sup>。熔深大对堆焊来说是不利的，目前已有几种工艺措施使埋弧堆焊熔深很浅。

## 2. 焊缝质量好

(1) 焊缝金属含氮量低 采用埋弧焊接电弧区受到焊剂、熔渣、气腔的保护，基本上与空气隔绝，因此保护效果很好。电弧区主要成分是 CO。埋弧自动焊焊缝金属的含氮量较低（见表 1-3），含氧量也很低，焊缝金属机械性能良好。

表1-3 电弧区气体的成分及焊缝金属中的含氮量<sup>〔2〕</sup>

| 焊接方法       | 电 弧 区 气 体 成 分 (%) |                 |                |                |                  | 焊缝金属含氮量 (%) |
|------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|-------------|
|            | CO                | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O |             |
| 埋弧焊(焊剂431) | 89~93             | —               | 7~9            | ≤1.5           | —                | 0.002       |
| 手弧焊(钛型焊条)  | 46.7              | 5.3             | 34.5           | —              | 13.5             | 0.015       |

(2) 焊缝质量稳定 在焊接过程中其主要焊接工艺参数可以通过焊机本身的自动调节而保持不变，所得焊缝金属化学成分均匀，焊接质量稳定，对焊工技术水平要求不高。

(3) 焊缝成形好 一般来说，埋弧自动焊的成形均比手工电弧焊好<sup>〔1、4〕</sup>。

(4) 由于电弧集中及快速焊接，所得焊件变形较小<sup>〔3〕</sup>。

## 3. 劳动条件好

与手工电弧焊相比，焊工的劳动强度减轻。由于是埋弧焊接，无弧光辐射的问题。焊接过程中放出的烟尘非常少。

## 4. 经济性好

除了生产率高以外，所需填充金属少，能充分利用电

能, 熔敷系数高, 例如手工电弧焊为  $7 \sim 10 \text{ g}/(\text{A} \cdot \text{h})$ ; 而自动埋弧焊为  $14 \sim 30 \text{ g}/(\text{A} \cdot \text{h})$ 。特别是近年来窄间隙埋弧焊的应用, 使埋弧焊的经济性大为提高。

### 缺点:

1. 仅能在平焊位置上和坡度不大的条件下进行埋弧焊

由于电弧依靠焊剂熔化后形成的熔渣提供保护, 在其他位置上由于重力作用靠这种方法进行保护难以实现。有人研究采用特殊的焊剂保持装置或采用磁性焊剂来克服这一缺点, 但实际应用很少。目前已有采用特殊装置进行深坡口埋弧立焊。

2. 不能焊接薄板

当焊接电流小于  $100 \text{ A}$  时, 电弧燃烧的稳定性不良。因此, 不能焊接壁厚小于  $1 \text{ mm}$  的薄板。

## 二、埋弧焊的应用范围

由于埋弧焊有一系列优点, 因此成为最重要的电弧焊方法之一, 应用非常广泛。

目前, 埋弧焊主要用于钢材结构的焊接。焊接的钢种包括碳素结构钢、低合金结构钢、耐热钢、不锈钢及复合钢板, 也用于镍、铜、铝及其合金。

在电站锅炉、化工容器、桥梁、船舶、海洋平台、起重设备, 大型机械、冶金设备、钢管制造业中埋弧焊接是一种最重要的焊接方法, 而且其应用范围仍在逐年扩大。

埋弧堆焊是一种应用最广泛的堆焊方法, 可堆焊各种耐磨合金及耐蚀合金。

电渣焊接近年来发展极为迅速并为冶金生产采用, 可生产各种质量优异的重熔钢材。