

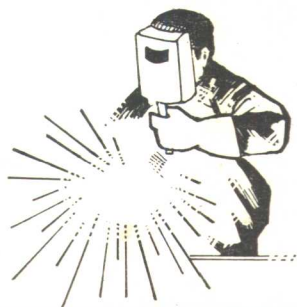
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

焊条的选择与使用

张鼎勋 编著

G422.1



机械工业出版社

内容提要 本书概述了有关电弧焊过程、焊缝的形成、焊条的组成等知识,同时比较详细地叙述了焊条的分类、选择和使用,注意事项等。

本书可供焊接工人参考使用。

焊条的选择与使用

张鼎勋 编著

*

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登出字第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 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $2 \frac{1}{4}$ · 字数 54 千字

1982 年 6 月北京第一版 · 1982 年 6 月北京第一次印刷

印数 00,001—20,000 · 定价 0.18 元

*

科技新书目: 22 62

统一书号: 15033 · 5321

目 录

一 概述	1
1 手工电弧焊过程(1) —— 2 焊缝形成特点(3) —— 3 焊条药皮的作用及组成(5) —— 4 正确选用焊条的意义(7)	
二 焊条的分类	9
1 焊条按用途分类(9) —— 2 焊条按药皮类型分类(11) —— 3 焊条牌号的编制(14)	
三 焊条的选择	21
1 结构钢焊条的选用(21) —— 2 钼及铬钼耐热钢焊条的选用(40) —— 3 不锈钢焊条的选用(42) —— 4 堆焊焊条的选用(48) —— 5 低温钢焊条的选用(52) —— 6 铸铁焊条的选用(53) —— 7 镍和镍合金焊条的选用(57) —— 8 铜及铜合金焊条的选用(59) —— 9 铝及铝合金焊条的选用(60) —— 10 特殊焊条的选用(60) —— 11 异种钢焊接焊条的选用(63)	
四 焊条使用注意事项	70

一 概 述

1 手工电弧焊过程 手工电弧焊是利用焊条作填充金属,将两个相同或不同金属的零件,通过电弧加热熔化来获得永久性连接的加工方法。

在焊接过程中,焊条在电弧热的作用下,弧柱温度可达 $6000\sim 8000^{\circ}\text{K}$,熔融金属以熔滴状态移向母材,与熔化了母材一起组成焊接熔池(图1)。熔滴在电弧区过渡时,具有很大的比表面积(熔滴与气

相和熔渣的接触面积)。由于电弧区的温度很高,所以即使时间很短,熔融金属与周围的气体和熔渣的冶金反应还是很激烈的,这使熔化金属中的碳、锰和硅等元素被烧损,而氧、氢、氮及其非金属杂质有所增加。随着碳、锰

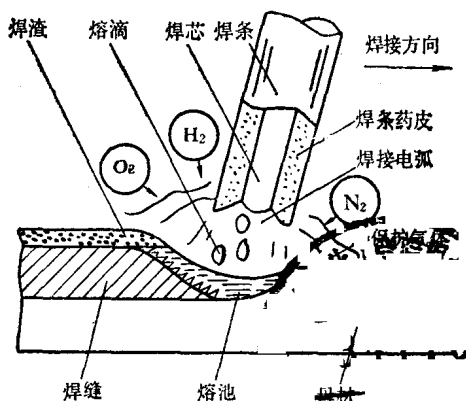


图1 手工电弧焊接

和硅的被强烈氧化,以及以氧化亚铁和硅酸盐夹杂物形式存在于焊缝中的含氧量增加,会引起焊接工艺变差,如飞溅增大。脱渣困难,容易出现裂缝和气孔等缺陷,使焊缝强度、塑性和韧性降低。随着氢在焊缝中增加,会促使形成气孔、氢白点和冷裂缝,使

焊缝明显地降低塑性和韧性，随着含氮量的增加，又可以促使焊缝出现气孔，强度升高，塑性下降。所以，焊条药皮必须具有隔离空气的机械保护作用，避免有害成分侵入，过渡必要的合金成分，使焊缝获得一定的化学成分和机械性能。

不同的焊条药皮和焊芯成分，使熔滴与气相和熔渣间的界面张力，以及熔滴与熔渣的粘度等性能也不同。这会直接影响熔滴的过渡形态、焊缝成型、熔化速度、获得率和飞溅率等。图2 a、b为碱性焊条熔滴过渡示意图，特点是熔滴粗大，明显短路过渡，过渡频率较低，在正接时（焊条接负极）熔滴尺寸较反接时稍小些；图2 c、d为酸性焊条熔滴过渡情况，其熔滴较碱性焊条的稍小，一般也是短路过渡，但过渡频率比较高。而某些焊条就表现为喷雾状熔滴过渡，也称为飞渡，熔滴尺寸细小而且量多，过渡时间更短，焊接时的飞溅有所减少，并且飞溅物呈细粒状，表现出良好的焊接工艺和

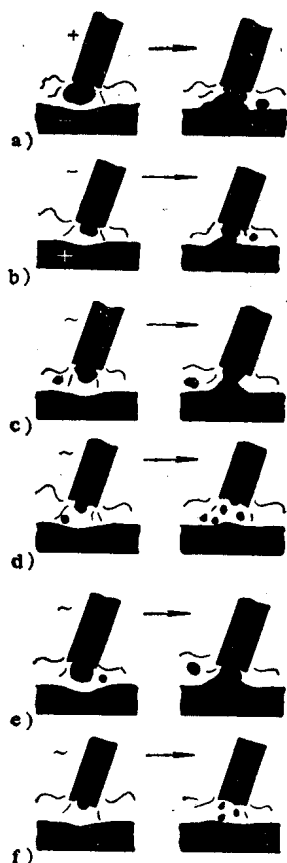


图2 焊条熔滴过渡示意图

a)碱性焊条反接，熔滴呈短路过渡 b)碱性焊条正接，熔滴呈短路过渡 c)酸性焊条熔滴呈短路过渡 d)酸性焊条熔滴呈喷雾状过渡 e)酸性不锈钢焊条熔滴呈短路过渡 f)酸性不锈钢焊条熔滴呈喷雾状过渡

美观的焊缝成型，图 2 e、f 为酸性不锈钢焊条的熔滴过渡示意图，有短路过渡和喷雾状过渡两种情况，但与酸性结构钢焊条相比较，则它的熔滴尺寸较大些；而与碱性结构钢焊条相比，那么它的熔滴尺寸还小些。喷雾状熔滴过渡的不锈钢焊条，具有高速熔化和焊接时焊条药皮不易发红的优点。

由手工电弧焊的液相冶金特点可见，焊条药皮对焊接工艺和焊缝质量的影响很大。焊条的性能会直接关系到焊接质量和经济效果等各个方面。

2 焊缝形成特点 焊缝金属在高温熔化状态时与周围气体和熔渣进行一定的冶金反应。随着熔池温度降低，产生凝固结晶，形成焊缝。由于焊缝金属的熔池是跟随着焊条运行的，所以焊缝金属结晶也是在熔池移动过程中形成的（图 1）。晶粒成长的过程中会有停顿现象，

这种断续结晶的结果使焊缝表面出现鱼鳞状花纹。从焊缝剖面来看，在熔池和母材交界处，即熔合线部位，母材处于部分熔化状态。焊缝结晶就是在这些局部熔化的母材晶粒表面开始顺着结晶，转而呈树枝状晶体成长（图 3）。

对于图 3b 中所表示的焊接接头各部位的名称及含义，在各

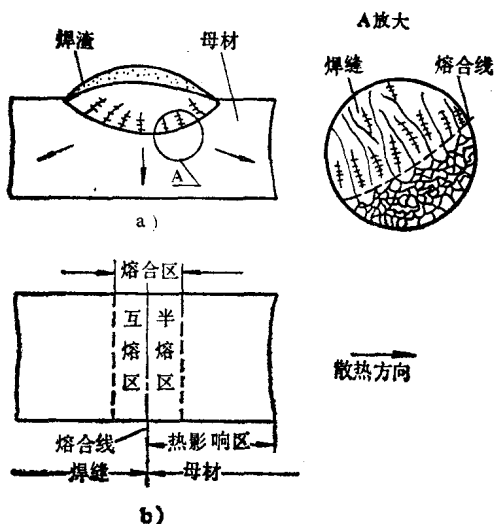


图 3 焊缝结晶示意图

a) 焊缝结晶方向 b) 焊接接头各部位名称

类文献中也有所出入。实际上由于各类接头的化学成分和焊接工艺规范等条件不同,以致使焊接接头各部位的组织就有多样的变化,从而使各部位的界限难以得到绝对的确定。各区的划分主要是考虑到焊接时电弧热对组织的变化情况,‘焊缝’是完全处于液态的焊缝金属在冷却时所形成的。‘热影响区’是由于受焊接热的作用,使靠近焊缝侧的母材产生组织及性能变化的区域。以A3钢为例,就是处于铁碳状态图的 A_1 线以上到液相线的温度范围内的部位。它包括:‘半熔区’处于液相线与固相线之间的温度范围;‘粗晶区(过热区)’处于固相线到钢材晶粒开始剧烈粗化的温度之间;‘细晶区(正火区)’处于 A_{c3} 到晶粒开始剧烈粗化的温度之间;‘不完全重结晶区’处于 $A_{c3} \sim A_{c3}$ 温度之间;‘互熔区’为部分母材受液态焊缝金属熔化,互相混熔。‘熔合线’为处于液相线温度的部位,即熔化边界。焊接接头各部位的性能将受焊接热的影响,以及在这热作用下焊缝成分对它的影响。

此外,拌随着熔池的结晶,焊缝中会产生枝晶偏析和区域偏析。由于一些低熔点的杂质往往于后期结晶,并且由于焊缝散热方向不一致,使这些杂质容易集中到焊缝中上部的枝晶晶界部位,而残留在焊缝之中。

为改善焊缝组织、细化晶粒和去除杂质,可采取合适的焊接规范,避免焊缝过热,减小焊缝断面;选用合理焊层道数等工艺措施,以及选择合适的焊条药皮和焊芯的组分。

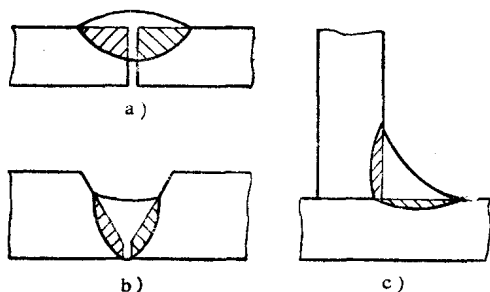


图4 焊缝中母材与填充金属的熔合情况

焊缝是由部分熔化的母材金属和填充金属所组成。手工电弧焊时，填充金属是由焊条熔化过渡得到的。在不开坡口的对接焊时，母材熔化量占焊缝的40~60%；在开坡口对接焊时，约占20~50%；在角接或搭接时，约占20~40%，分别参见图4中的a、b、c图。母材熔化量占焊缝金属比例的大小与焊接规范、焊条穿透能力和坡口大小等有关。可见，焊条对获得必要的焊缝成分、组织和晶粒度等的影响是很大的。

3 焊条药皮的作用及组成 焊条是由焊芯和药皮两部分组成。一般说来，焊芯具有焊缝的基本化学成分，而焊条药皮具有以下几个作用：

一、焊条药皮的作用

(1) 提高焊接电弧的稳定性 当采用没有药皮的焊芯用直流电源进行焊接时，也能引燃电弧，但电弧十分不稳。如果用交流电源时，就根本不能引燃电弧。当涂有焊条药皮后，其中就有含钾和钠成分的‘稳弧剂’，它能使焊接时电弧空间的电离电位降低，而提高电弧的稳定性，使焊条在交流电或直流电的情况下都能进行正常的焊接，保证焊条容易引弧，稳定燃烧以及熄弧后的再引弧。

(2) 保护熔化金属不受外界空气的影响 当药皮中加有一定量的‘造气剂’，在焊接时药皮便产生一种保护性气体，使熔化金属与外界空气隔离，可以防止空气侵入，缓慢焊缝的冷却，有利于焊缝中气体的逸出，减少气孔产生的可能性，获得美观的焊缝成型。

(3) 过渡合金元素使焊缝获得所要求的性能 焊接过程中，由于空气、药皮、焊条钢芯中的氧和氧化物以及氮、氢、硫等杂质的存在，致使焊缝金属的质量降低。因此，在药皮中需要加入一定量的还原剂、脱氧剂和合金元素等，使焊缝金属能充分

脱氧，去除有害杂质，并获得所需的补充合金元素，以得到满意的机械性能。

(4) 改善焊接工艺性能提高焊接生产率 焊条药皮中含有合适的造渣、稀渣成分，焊接时可形成流动性良好的熔渣，以便得到美观的焊缝成型。而且，药皮的熔点比焊条焊芯稍高一点，焊接时形成一个套筒，使得金属熔滴在药皮保护下顺利地向焊接熔池过渡，减小由飞溅造成的金属损失，并能作各种空间位置的焊接。如果在药皮中加入比较多的铁粉，使其过渡到焊缝中去，便明显地提高了熔敷效率，因而提高焊接生产率。

二、焊条药皮成分的组成

(1) 稳弧剂(又叫弧剂) 可使焊条在起弧和焊接过程中起着改善引弧性能和稳定电弧的作用。主要的稳弧剂有水玻璃(含有钾、钠碱土金属的硅酸盐)、钾长石、纤维素、钛酸钾、金红石、还原钛铁矿、淀粉、铝粉和镁粉等。

(2) 造渣剂 焊接时，能形成具有一定物理化学性能的熔渣，使熔渣浮在熔池表面，产生良好的保护熔池作用和改善焊缝成型。主要的造渣剂有：例如大理石、白云石、菱苦土、萤石、石英、长石、白泥、白土、云母、钛白粉、金红石、还原钛铁矿等。

(3) 脱氧剂 用于降低药皮和熔渣的氧化性，并脱除金属中的氧，有利于提高焊缝性能。对氧化性强的药皮类型，更需要加强先期脱氧。常用的脱氧剂有铝粉、铝铁、钛铁、硅铁、锰铁和石墨等。

(4) 造气剂 主要作用是保护电弧和保护熔池的作用，也有利于改善全位置焊接的工艺性能。常用的造气剂有大理石、白云石、菱苦土、淀粉、木粉、纤维素和树脂等。

(5) 稀渣剂 改善熔渣的流动性能，包括熔渣的熔点、粘

度和表面张力等物理性能。主要的稀渣剂有萤石、冰晶粉和钛铁矿等。

(6) 合金剂 补偿焊接过程中的合金烧损和向焊缝过渡合金元素,使焊缝金属具有必要的合金成分,保证焊缝的化学成分、机械性能和抗腐性能等。常用的合金剂有硅铁、锰铁、钼铁、钒铁、铬粉、镍粉、钨粉和硼铁等。

(7) 增塑润滑剂 增加药皮粉料的塑性和滑性,便于焊条压制,可减小焊条的偏心度,提高压涂质量。主要的增塑润滑剂有云母、白泥、白土、钛白粉、碳酸钠、木粉、膨润土、海藻和润滑淀粉制剂等。

(8) 粘结剂 主要用于粘结药皮涂料,使它能够牢固地涂压在焊芯上,主要的粘结剂有水玻璃,此外还有酚醛树脂等。

4 正确选用焊条的意义 焊条的品种直接关系到焊缝的各种性能。由于焊条品种繁多、性能各异,所以在选用焊条之前,应该对焊条品种有所了解,才能针对焊接产品的实际要求,进行正确地选用。具体考虑方面为:

一、根据被焊材料的化学成分·电焊条包括手工电弧焊接和堆焊两个使用方面。在选用焊条时,首先应该明确焊件是焊接件还是堆焊件,再根据母材的化学成分来确定选用的焊条属于哪一大类。通常,焊条类型是相应于被焊接的钢材类型的。

二、考虑焊件的工作条件和使用性能 各类焊条都有它的分型原则。结构钢焊条是以熔敷金属的抗拉强度为主;低温钢焊条是以熔敷金属的使用温度为主;铸铁焊条是以焊芯金属类型为主;耐热钢、不锈钢焊条等其它各类焊条是以熔敷金属化学成分为主。所以从焊件的工作条件和使用性能,就能进一步地选择焊条的牌号。例如被焊材料为16Mn钢,用它来制作压力容器,在焊条选择时,从16Mn钢的使用性能可知,它是作为抗拉强度 $\geq$

50 公斤力/毫米² 的结构钢使用的, 所以可选用 50 公斤级的结构钢焊条。该强度等级有结 502、结 503、结 506 和结 507 等牌号焊条, 到底采用哪一种焊条更为合适? 还应考虑到焊件的工作条件, 由于 16Mn 钢是作为压力容器使用的, 所以选用碱性焊条结 506 或结 507 更为合适。

焊件的机械性能、高低温使用要求、静动载、应力状态、抗腐蚀耐蚀与耐磨损性能等都是焊条选用的具体依据。

三、根据焊件的结构特点和施工现场情况 焊件的结构特点, 如焊件的厚薄 (大厚件或小薄件等)、构件形式 (构架、容器、球罐或堆焊件等)、接头形式 (管接头、立角焊、平角焊或容器等), 以及施工现场情况, 例如低温操作、野外操作、通风不良场合操作以及操作位置等, 都是合理选用焊条的考虑因素。

四、考虑经济效果 对于批量较大、形式单一的产品适宜采用高效率专用焊条, 可提高焊接生产率; 对于不同性能要求的主要焊缝, 可采用不同焊条, 不要片面追求焊条的全面性能。例如钛铁矿型药皮的结 423 低碳钢焊条, 平焊平角焊工艺性能比较好, 立焊操作性能稍次于结 422 焊条, 但它的抗裂性能也比较好, 而且国产钛铁矿原料极为丰富, 成本低廉, 值得推广。

五、根据焊条使用要求和特性正确使用 每种焊条都有一定的使用要求, 包括操作要求、电流大小、电源极性与空载电压、工件的清理和焊条烘干等内容。要使焊接质量好, 不但要合理地选择焊条, 而且要正确地使用焊条。这样才能使焊接效果良好。例如在焊接 14MnMoVB 钢制压力容器时采用结 707 焊条, 由于焊前忽视了对焊条的烘干要求, 烘干温度未达 350℃, 结果使焊接接头中产生很多微裂缝, 造成了人力、物力的很大损失。所以, 正确地、合理地选用焊条对多快好省地完成焊接任务有很大关系。

二、焊条的分类

1 焊条按用途分类

一、结构钢焊条（低碳钢和低合金高强度钢焊条） 这类焊条主要是指不同强度等级的结构钢焊条。它包括有三个方面：第一，按结构用钢的不同强度等级来分，例如低碳钢、中碳钢和低合金钢都有相应的配套焊条；第二，按焊条的专用性来分，例如专用于焊接管道的焊条、立向下焊条、重力焊条和用于密闭容器焊接的低尘焊条等；第三，为抗腐耐蚀的低合金钢焊条，例如抗大气腐蚀的焊条、抗海水腐蚀的焊条、抗硫化氢腐蚀的焊条和抗氢、氮、氨腐蚀的焊条等，但高合金的抗腐耐蚀焊条不属此类。

二、钼和铬钼耐热钢焊条 这类钢在高温下具有化学稳定性和足够的强度，并有抗气体侵蚀的能力。它包括有珠光体耐热钢和马氏体耐热钢（含铬5~9%的中铬钢和含铬12%的高铬钢），所使用的焊条可按不同钢种和不同工作温度分别进行选用。

三、不锈钢焊条 这类焊条的熔敷金属在常温、高温或低温中，具有不同程度的抗大气或抗侵蚀性介质腐蚀的性能，并有一定的机械性能。按不同钢种类型的配套焊条来分，可有三类：第一，按铬不锈钢中Cr13和Cr17两类来分；第二，按铬镍不锈钢中Cr18-Ni8、Cr18-Ni12-Mo2、Cr25-Ni13和Cr25-Ni20等几个大类来分；第三，属于其他类型的，例如CrMnN(A4)不锈钢焊条及用于淬火状态下的低合金钢或异种钢焊接的Cr16Ni25Mo6不锈钢焊条等。

四、堆焊焊条 堆焊是在工件的需堆焊部位焊敷一层特殊的合金堆层，其目的是提高作为工作面的该部位的耐磨损、耐腐蚀和

耐热性能等。利用堆焊方式,可以制造出具有优异的综合性能而成本低的产品,还可以用来修复受到磨损或腐蚀的工件。根据其主要用途可分为八类:第一,不同硬度常温堆焊焊条,例如堆焊或修复车轴、齿轮、搅拌机叶片、农业和矿山机械的某些机件、推土机、挖泥斗、拖拉机刮板和深耕铧犁等磨损坏件;第二,常温高锰钢堆焊焊条,例如用于高锰钢轨、铁路道岔、推土机刀片、抓斗和水轮机叶片等受冲击、受气蚀的损坏件;第三,刀具、工具堆焊焊条,如刀具、冲模和锻模等的修复;第四,阀门堆焊焊条,如用于轴、阀门密封面、高温工作的搅拌机桨和螺旋输送机叶片等;第五,合金铸铁堆焊焊条,其主要用于农业机械与矿山机械中承受砂粒磨损坏件、石油工业中耐磨耐蚀的离心裂化泵轴套、耐强烈磨损的牙轮钻头小轴和破碎机辊等;第六,碳化钨堆焊焊条,例混凝土搅拌机叶片、挖泥机叶片和鼓风机叶片等;第七,钴基合金堆焊焊条,例如用于高温高压阀门、热剪切刀刃和高压泵的轴套筒等;第八,其他堆焊焊条。

五、低温钢焊条 低温钢焊条是与低温钢配套系列的,在不同的低温介质条件下,具有一定的低温工作能力。一般它是按照 -40°C 、 -70°C 、 -100°C (-90°C 、 -105°C)、 -196°C 和 -253°C 来分级选用的。

六、铸铁焊条 这类焊条作为焊补或焊接铸铁使用。通常按不同的铸铁材料,不同的切削加工要求,以及根据修补件的重要与否来进行选用焊条。一般分三类:第一,灰口铸铁焊补后表面不需要加工的配套焊条;第二,灰口铸铁焊补后表面需要加工的配套焊条;第三,球墨铸铁和高强度铸铁焊条。

七、镍及镍合金焊条 这类焊条主要用于镍及镍合金的焊接、焊补或堆焊,可满足耐热、耐蚀或抗裂(异种钢焊接、铸铁焊补及堆焊等)要求。焊条主要分两类:第一为纯镍焊条;第二

为镍基焊条。

八、铜及铜合金焊条 这类焊条主要用于铜及铜合金构件的焊接、铜合金零件的堆焊和铸铁的焊补等。焊条主要分两类：第一，纯铜焊条；第二，铜合金焊条。

九、铝及铝合金焊条 这类焊条主要用于纯铝、铝锰、铸铝及部分铝镁合金结构的一般性焊接、焊补或堆焊。焊条主要分四类：第一，纯铝焊条；第二，铝硅焊条；第三，铝锰焊条；第四，铝镁焊条。

十、特殊用途焊条 焊条分六类：第一，水下电焊条；第二，水下割条；第三，开槽割条；第四，管状焊条（空芯管状电渣焊用）；第五，铁锰铝焊条；第六，高硫堆焊焊条。

2 焊条按药皮类型分类

一、氧化钛型 焊条药皮中含有多量的氧化钛（ $\geq 35\%$ ）。焊条工艺性能良好，电弧稳定，再引弧容易，熔深较浅，熔渣容易清除，飞溅极小，焊波细密、平整、美观，适用于各种位置焊接，特别适用于焊接薄板、短焊缝的间断焊和要求焊缝表面光洁的盖面焊，但焊缝塑性及抗裂性较差，可采用交直流两用电源。

二、氧化钛钙型 焊条药皮中含氧化钛 30% 以上，钙、镁的碳酸盐 20% 以下。焊条焊接工艺性能良好，熔渣流动性好，熔深一般，电弧稳定，焊道美观，飞溅少，脱渣方便，电流可交直流两用，各种焊接位置均可得到满意的焊缝。

三、钛铁矿型 焊条药皮中含钛铁矿 $\geq 30\%$ 。能使焊条熔化速度快、流动性好，熔深稍深，电流可交直流两用，电弧稳定，平焊、平角焊工艺性能较好，立焊的操作性能稍次于氧化钛型，但具有良好的抗裂性能。这类焊条中应用大量钛铁矿，国产原料丰富，成本低廉，是值得推广使用的。

四、氧化铁型 焊条药皮中含有多量氧化铁和较多的锰铁脱

氧剂。其特点是熔深大、熔化速度快，焊接生产率比较高，电弧稳定，再引弧方便，可交直流两用。由于焊缝中含锰量较高，因而抗热裂性能较好。但采用立焊、仰焊较为困难，飞溅稍大。适用于中厚板的焊接，当野外操作时由于电弧吹力较大，可以用它来减少风速对电弧的影响。

五、纤维素型 焊条药皮中含有机物 15% 以上，氧化钛 30% 左右。焊接工艺性能良好，电弧稳定，焊缝成型美观。由于电弧吹力较大，熔滴过渡较细，熔渣与熔池金属流动性能适中，熔渣少，易脱渣，因此可用作立向下焊接、深熔焊接或单面焊双面成型焊接。一般还适用于全位置焊接、立仰焊工艺性很好，也适宜于进行薄板结构、油箱管道和车辆壳体等结构的焊接。

六、低氢型 焊条药皮组分以碳酸盐和萤石为主。焊接前焊条要进行 300~400℃ 焙烘，短弧操作，焊接工艺性能一般，可以进行全位置焊接。由于焊缝含氢量比较低，所以焊缝具有良好的抗裂性能，综合机械性能良好，适用于焊接重要的低碳钢和低合金钢结构。因药皮中有萤石存在，影响稳弧性能，所以一般只采用直流电源。当药皮中增加稳弧剂成分后，并且采用含钾的硅酸盐粘结剂，就可以交直流两用。

七、石墨型 焊条药皮中含有多量的石墨，通常用于铸铁或堆焊焊条。采用低碳钢焊芯时，焊接工艺性能较差，飞溅较多，烟雾较大，熔渣极少，适用于平焊；当采用有色金属焊芯时，就能改善其工艺性。可交直流两用，但电流不宜过大。

八、盐基型 焊条药皮中含有多量氯化物和氟化物，用于铝和铝合金焊条。吸潮性强，焊前要烘干，药皮熔点低，熔化速度快，采用直流电源，焊接工艺性能比较差，熔渣有一定的腐蚀性，焊后需用热水洗净。

九、铁粉型 焊条药皮中含有 30% 以上铁粉，可改善焊接

表 1 焊条主要药皮类型的特点

国际型号	药皮类型	药皮主要材料	焊接工艺性能										焊接熔渣的特点
			电 弧 稳 定 性	飞 溅	熔 深	焊 接 位 置			焊 接 抗 裂 性	焊 接 电 源			
好	一 般	小	中	大	浅 般	一 深	平 立 仰	横 焊	好 一 般	交 直 流			
TXX-1	酸	氧化钛型	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	酸性短渣
TXX-2		钛钙型	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	酸性短渣
TXX-3		钛铁矿型	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	酸性渣介于长、短渣之间
TXX-4	性	氧化铁型	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	酸性长渣
TXX-5		纤维素型	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	酸性短渣
TXX-6	碱	低氢型	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	碱性短渣
TXX-7		低氢型	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	碱性短渣

注：1. 由于各厂生产的焊条配方不一致，工艺性能等方面有差异，表中所列的特点仅相对而言。

2. 有些焊条的药皮组成中加有铁粉、淀粉、纤维素、低电离物质和助燃发热剂等，均有利于提高电弧稳定性。

3. 酸性焊条飞溅颗粒细小，碱性焊条飞溅颗粒较大。

4. TXX-8 为石墨型，交直流两用，TXX-9 为盐基型，直流，TXX-XFe 铁粉型，由药皮型号确定焊接电源。

工艺，提高熔敷效率。加入多量铁粉后，焊条适用于平焊、平角焊操作。铁粉型的高效率专用焊条很多，一般可交直流两用，具有发展、推广的潜力。

十、其他型 在某些焊条中采用了氧化锆型、金红石碱性型、钛钙低氢型等。这些新的渣系都在发展之中，尚未形成系列；未列为国家标准。以往的“锰型”由于焊接时烟尘过大，并且含有大量的氧化锰有害物质，影响焊工健康，在1976年修订焊条国家标准时已经取消。

焊条主要药皮类型的对比，见表1。

3 焊条牌号的编制

一、焊条型号和牌号的含意 在焊条药皮中，如果含有以酸性氧化物为主的涂料组分，这种焊条称为酸性焊条，例如钛型焊条、钛钙型焊条、钛铁矿型焊条和氧化铁型焊条；如果含有以碱性氧化物为主的涂料组分，这种焊条就称为碱性焊条，例如以含碳酸盐和萤石为主的低氢型焊条。这两类焊条的比较如下：

酸 性 焊 条	碱 性 焊 条
1. 药皮组分氧化性强	1. 药皮组分还原性强
2. 对水、锈产生气孔的敏感性不大，焊条在使用前经150~200℃烘焙1小时，若不吸潮，也可不烘干	2. 对水、锈产生气孔的敏感性较大，要求焊条使用前经300~350℃、1~2小时再烘干
3. 电弧稳定，可用交流或直流施焊	3. 由于药皮中含有氟化物恶化电弧稳定性，须用直流施焊，只有当药皮中加稳弧剂后才可交直流两用
4. 焊接电流较大	4. 焊接电流较小，较同规格的酸性焊条约小10%左右
5. 宜长弧操作	5. 须短弧操作，否则易引起气孔
6. 合金元素过渡效果差	6. 合金元素过渡效果好
7. 焊缝成型较好，熔深较浅	7. 焊缝成型尚好，容易堆高，熔深稍深
8. 熔渣结构呈玻璃状	8. 熔渣结构呈结晶状
9. 脱渣较方便	9. 坡口内第一层脱渣较困难，以后各层脱渣较容易