

拖拉机铸铁壳体 零件的焊修

黑龙江省呼兰农业机械修理研究所编

农业出版社

拖拉机铸鉄壳体零件的焊修

黑龙江省呼兰农业机械修理研究所編

农 业 出 版 社

拖拉机铸铁壳体零件的焊修
黑龙江省呼兰农业机械修理研究所编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行
农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 2.625 印张 53 千字
1975 年 8 月第 1 版 1975 年 8 月北京第 1 次印刷
印数 1—31,000 册

统一书号 15144·495 定价 0.23 元

毛主席语录

农业的根本出路在于机械化

用心寻找当地群众中的先进经验，加以总结，使之推广。

目 录

一、铸铁壳体零件焊修特点及常用方法	1
(一) 铸铁的一般性能	1
(二) 灰口铸铁的焊接特点	4
1. 铸铁焊补时产生白口的原因及防止方法	4
2. 铸铁焊补时产生裂纹的原因及防止方法	5
3. 铸铁焊补时产生气孔的原因及防止方法	8
(三) 铸铁焊接方法的选择原则	8
(四) 常用焊补方法	10
1. 氧—乙炔热焊法	10
2. 氧—乙炔冷焊法	14
3. 手工电弧冷焊法	16
4. 预热电弧焊法	21
5. 混合焊补法	22
6. 黄铜钎焊法	26
二、拖拉机铸铁壳体零件的焊修	29
(一) 气缸盖的焊修	29
1. 氧—乙炔热焊	29
2. 氧—乙炔冷焊	32
3. 镀基焊条电弧冷焊	33
4. 新铸 120 (纯铁芯) 焊条电弧冷焊	35
5. 气缸盖焊后的质量检查	38
6. 气缸盖焊后的机械加工	38
(二) 气缸体的焊修	39
1. 东方红—28 拖拉机等两缸机体气缸间壁裂纹的 氧—乙炔局部加热焊	39

2. 东方红—54/75、铁牛—55、东方红—28拖拉机气缸间壁裂纹 及螺栓孔损坏的氧—乙炔冷焊	41
3. 气缸间壁裂纹及螺栓孔局部损坏的镍基焊条电弧冷焊	44
4. 东方红—54/75拖拉机气缸水套外壁裂纹的 黄铜钎焊 (图35)	46
5. 气缸体水套外壁裂纹的电弧冷焊	47
6. 气缸体焊补后的质量检查及机械加工	50
(三) 后桥壳体的焊修	51
1. 后桥壳体前、后壁裂纹及掉爪的氧—乙炔冷焊	51
2. 后桥壳体前、后壁裂纹的电弧冷焊	53
3. 后桥壳体两侧小减速齿轮座孔断裂的氧—乙炔冷焊	54
4. 后桥壳体的混合焊补法	55
5. 后桥壳体的焊后加工	59
(四) 元宝梁的焊修	61
1. 元宝梁在装拐轴套孔处断裂及螺钉孔损坏的氧—乙炔冷焊	61
2. 元宝梁装拐轴套孔断裂 (图60) 的铸208电弧冷焊	62
3. 元宝梁在装拐轴套孔处断裂的混合焊补法	63
4. 元宝梁断裂的拼装法	65
(五) 变速箱壳体的焊修	67
1. 变速箱轴承孔间 (图68) 裂纹的镍基焊条电弧冷焊	68
2. 变速箱轴承孔间裂纹的氧—乙炔冷焊	69
3. 东方红—54/75变速箱壳体焊后的搪孔及镶圈	70
(六) “速冷法” 电弧冷焊修复拖拉机铸铁壳体零件	71
附 1 铸铁焊条分类表	73
附 2 铜铁焊条的制法	73
附 3 纯铁芯铸铁焊条制法	74
附 4 铁粉型铸铁焊条的配制	75
附 5 奥氏体铜钢焊条的制法	76

一、铸铁壳体零件焊修 特点及常用方法

(一) 铸铁的一般性能

在铁碳合金中，含碳量大于2%的称为铸铁，工业上常用的灰口铸铁含碳量约在2.0—4.5%之间。灰口铸铁的断面呈暗灰色，在铁素体基体上分布着很多片状石墨，片状石墨是碳元素在合金中自由存在的一种形态。由于它的存在，使灰口铸铁具有耐磨、减震、良好的铸造性及切削加工性、较小的缺口敏感性等特性，但它也带来了塑性差、强度低、可焊性差等缺点。由于片状石墨的存在，相当于许多小的裂缝割裂了基本金属，因而使强度和塑性大大降低。石墨的形状、大小和分布情况对铸铁性能影响很大，石墨数量越多，越粗大，越呈片状，基体割裂得越厉害，性能就越差。反之，石墨越细小、均匀，性能就越好。如果自由态石墨以球状或团絮状存在，不仅强度大大提高，而且具有一定的塑性，因而球墨铸铁与可锻铸铁的机械性能较灰口铸铁好得多。

工业上常用的灰口铸铁一般是亚共晶铸铁，其熔点为1100—1250℃；线收缩率为0.9—1.3%；比重为6.9—7.9克/厘米³。按其石墨片多少、形状及冷却速度的不同，可分为珠光体形态铸铁；珠光体—铁素体形态铸铁及铁素体

形态铸铁。其性能见表1。

表1 铸铁的机械性能

灰口铸铁种类	强度极限 (公斤/毫米 ²)	延伸率 (%)	冲击值 (公斤·米/厘米 ²)	硬 度 HB
珠光体灰口铸铁	24—35	<0.25	0.4—0.8	170—248
珠光体—铁素体灰口铸铁	15—21	<0.25	0.4—0.8	149—197
铁素体灰口铸铁	<12	<0.25	0.4—0.6	<149

一般工业常用中等强度及较高强度铸铁，即珠光体—铁素体铸铁或珠光体铸铁。常用铸铁牌号与性能见表2。

表2 灰口铸铁牌号与性能

灰口铸铁牌号	抗拉强度 (≥公斤/毫米 ²)	抗弯强度 (≥公斤/毫米 ²)
HT 10—26	10	26
HT 15—33	15	33
HT 20—40	20	40
HT 25—47	25	47
HT 30—54	30	54
HT 35—61	35	61
HT 40—68	40	68

注：HT为“灰铁”二字的汉语拼音字头。第一个数字为抗拉强度，第二个数字为抗弯强度。

汽车拖拉机制造中常用HT15—33、HT20—40、HT25—47等材料。

除灰口铸铁外，铸造时，由于冷却速度快，石墨来不及析出，会产生白口铸铁。白口铸铁的断面呈白亮色，没有自由态石墨存在，它是由碳化铁（Fe₃C）组成，碳化铁又叫渗碳体，硬而脆，不能进行机械加工或加工困难，所以工业上很

少采用。白口铸铁的线胀系数约 1.6—2.3%，在冷却收缩时造成很大应力而产生裂纹。

铸铁成分中除碳元素外，还有硅(Si)、锰(Mn)、硫(S)、磷(P)等元素。一般铸铁成分见表 3。

表 3 灰口铸铁成分 (%)

碳 (C)	硅 (Si)	锰 (Mn)	硫 (S)	磷 (P)
2.0—4.5	0.5—3.5	0.3—1.5	<0.15	<1.0

铸铁成分中各种元素的作用是不同的，有的能促使石墨以自由状态析出叫做“石墨化”，形成灰口组织；有的阻止“石墨化”过程，而生成“渗碳体”，形成白口组织。

碳和硅是促进“石墨化”元素。但碳的含量过高，石墨片过分粗大，基体铁素体化，机械性能下降；硅的含量过高，会变成硬而脆的硅化铁。因此，碳和硅必须保证一定的含量。

锰是阻碍“石墨化”元素，但它能脱硫，抵抗硫的有害作用，并能提高可焊性，一般控制在 1.5% 以下。

硫是强烈阻碍“石墨化”元素，促使生成白口组织，降低铁水流动性，易生成气孔，引起热脆，是有害杂质，应尽量控制在最小范围。

磷对“石墨化”影响小，使铁水流动性好，提高耐磨性，但也能降低机械性能，引起冷脆，也应尽量控制。

所以，在焊接过程中或配制焊条时，应考虑以上五种元素的作用，防止可能出现的弊病。

(二) 灰口铸铁的焊接特点

铸铁由于有高的含碳量和含硅量，强度低，塑性差，膨胀系数大，对加热和冷却有高的敏感性，因此，铸铁是可焊性差的材料。

铸铁在焊补中经常遇到的困难是：产生白口组织；母材裂开或焊缝与母材剥离；焊缝易生成气孔。

1. 铸铁焊补时产生白口的原因及防止方法

(1) 冷却速度的影响。产生白口的主要原因，是由于冷却速度快。在一般焊接条件下，焊补区的冷却速度比铸造时快得多，特别是熔合区成分与母材相近，在快冷条件下很容易产生白口。焊接过程中，焊缝与基体金属受热与冷却时，组织、性能变化的区域叫做“热影响区”。一般分为半熔化区、奥氏体区、再结晶区、碳化物石墨化区、原始组织区。白口层一般都出现在半熔化区附近，由于冷却速度快，奥氏体分解析出二次渗碳体，使自由态石墨以碳化铁形态存在，因此，是一层硬而脆的组织。

减缓冷却速度，延长熔合区处于红热状态的时间，使石墨来得及析出，这是防止产生白口的主要工艺途径。如采用气焊时，焊补区冷却较慢，容易防止焊缝及熔合区（焊缝与母材交界处）产生白口；采用电弧焊时，应采用整体或局部预热 $600-700^{\circ}\text{C}$ ，或者 400°C 半预热。焊后保温，减缓冷却速度，也能防止白口产生；如用镍基、铜基焊条冷焊或低温

预热焊（200℃），可控制白口层很薄或不连续，容易进行加工。采用黄铜钎焊，使母材不熔化，也可避免熔合区产生白口组织。

（2）化学成分的影响。产生白口组织的另一个原因是焊缝化学成分的影响。增加焊缝强“石墨化”元素的含量，能减少白口组织的产生。因此，母材化学成分一定时，增减焊条中各种元素的含量，能促进或阻止“石墨化”。

促进“石墨化”元素有碳（C）、硅（Si）、铝（Al）、钛（Ti）、镍（Ni）、钴（Co）、铜（Cu），其“石墨化”能力由左向右依次渐减。

阻止“石墨化”元素有硫（S）、钒（V）、铬（Cr）、锡（Sn）、钼（Mo）、锰（Mn），其阻止“石墨化”能力由左向右依次渐减。

在采用气焊时，要使用高碳、高硅铸铁焊丝，硅、碳含量要比普通灰口铸铁高。气焊冷焊时则要求更高，并应采用中性焰或弱的碳化焰，以防碳、硅过分烧损。

在电弧冷焊时，焊条要求有尽可能强的“石墨化”能力，以便在一定工艺配合下，能使焊缝变成灰口组织，当采用镍基、铜基、高钒等焊接材料时，则不易生成白口组织，焊后加工比较容易。

2. 铸铁焊补时产生裂纹的原因及防止方法

裂纹产生的主要原因是基体金属强度低，塑性差，在焊接应力作用下产生的。随焊接区域温度降低，应力不断增大，达到铸铁所承受的限度时，突然断裂，或焊缝与母材剥离，

有时伴有“咯”的声音。裂纹多在焊接薄弱处或应力易集中的尖角处，裂纹方向顺焊道或与主应力垂直。影响焊接应力的主要因素是：

(1) 温差的影响。焊接应力大小与焊接温度和零件整体温差有关，温差小，应力小；反之，应力大。

一般焊接温度为 $600-700^{\circ}\text{C}$ ，如果室温为 20°C ，则温差为 600°C 以上；如果预热到 400°C 再焊，则温差只有 200°C ，后者比前者温差小，焊接应力小，产生裂纹的可能性也就小。

(2) 热影响区宽窄的影响。

热影响区大，膨胀变形就大（图 1）；冷却时，收缩率大，易产生裂纹。

(3) 工件刚性大小的影响。

工件刚性大，则不易变形，焊道内应力就大，同一零件处于边角处，则刚性较小，因有胀缩的余地，所

以不易裂纹。而居于中央部位，如气缸体中间坏了个洞，在利用补板法修复时，在工艺上要设法减小刚性，利用凹板，使凹板变形消除应力，或者将补板中间锯开一条或几条缝，待四周焊完再封中间的焊缝。

根据上述产生裂纹的主要因素，在施焊时应注意：

① 有条件时尽量采用热焊、半热焊。
② 采用小电流、细焊条，以降低焊接温度，缩小热影响区，减小熔深。

③ 焊接速度不能太慢，以减少温度扩散，缩小热影响区

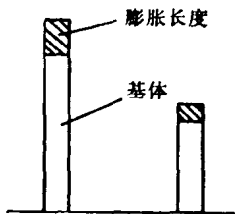


图 1 物体受热膨胀比例示意图

面积。

④短焊道，间隔焊。根据被焊零件的厚度，可取10—50毫米为一段。零件越薄，则焊道应越短。等焊道冷却到40—50℃或不烫手时再焊下一道，以防过热产生裂纹。

⑤在非加工面上采用速冷法，即焊后覆盖石蜡或湿布，以便迅速降温，防止热量向母材扩散。

⑥焊后锤击。对塑性较好的材料，要趁红热状态，用圆头小锤将焊道敲出密密麻麻的小坑，以碾展焊缝，松弛应力。

⑦采用“加热减应力法”，正确进行局部预热，可使零件一侧或一端同焊区一道受热，同时收缩，降低或消除应力。

(4) 热裂纹及其防止方法。铸铁焊补时，在焊缝上还会出现小的热裂纹，它与热应力裂纹的区别是：存在于焊缝上；一般都垂直于鱼鳞波纹；有不明显的锯齿形；断口有氧化的颜色，即发蓝或发黑；裂纹无声响。热裂纹一般在高温凝固时形成。

钛钙型、低氢型与部分镍基焊条都易产生热裂纹。

热裂纹主要是受化学成分、熔池形状等影响，它是在熔池金属冷却时，沿晶界产生的组织裂纹。为避免裂纹，应控制熔池的化学成分，尤其是碳的含量。含碳量少，热裂纹就少。在施焊时应注意：

①尽量采用小电流，以减少母材熔深。

②坡口要采用U型，而不采用V型(图2)，V型母材熔化的多。

③采用立焊、半立焊，母材熔深浅，热影响区小，易于控制温度；在平焊时，应采用点焊重叠回火焊道，能有效防

止热裂纹。

④填满弧坑，收弧时再充填一次，以免火口裂纹。

⑤选用镍基、高钒等抗热裂性能较好的焊条。



图2 V型及U型坡口在焊接时的不同熔深

3. 铸铁焊补时产生气孔的原因及防止方法

铸铁在焊补过程中，由于自由态石墨被烧损，形成一氧化碳(CO)，它在熔池中来不及析出就被凝固在焊缝中，成为气孔。当使用铜基焊条或黄铜钎焊时，氢气(H₂)孔也是原因之一。还有坡口处理得不干净或焊条受潮也容易出现气孔。

防止气孔的措施：

- ①焊前将缺陷或坡口处理干净。焊时避免熔池金属局部过热。
- ②气焊时采用良好熔剂，保护熔池，使其表面不被氧化。
- ③减慢熔池凝固速度，使气体有充分时间逸出。
- ④使用含气量较少的铸铁焊丝和经烘干的电焊条施焊。

(三) 铸铁焊接方法的选择原则

由于铸铁的可焊性差，在焊接时主要产生白口、裂纹及气孔等缺陷，使加工性能和使用性能变坏，因此，在焊接时应力求消除这三种缺陷。基体材料和焊接材料的化学成分、

零件的大小、结构复杂程度、缺陷的数量及所处位置（加工面还是非加工面、处于边缘还是中间、是厚壁处还是薄壁处等）等，都对焊接质量有不同的影响，由此决定了铸铁焊接工艺的复杂性。只有因地制宜地采用适当的焊接方法，才能取得良好的效果。

焊接方法的选择原则是：

（1）对于结构比较复杂、缺陷部位处于零件中间的加工面上、四壁牵连、壁厚不匀、焊后应力不易消除的零件，如缸盖气门座裂纹、气缸体气缸间壁裂纹等缺陷，最好选用氧—乙炔热焊或氧—乙炔加热减应焊，或者采用镍基焊条电弧冷焊。

（2）对于发生在加工平面上且位处边缘的缺陷，如气缸盖螺栓孔与水道孔间裂纹，以及水道孔延伸到边缘的裂纹，可以选用镍基焊条电弧冷焊，以及氧—乙炔冷焊修复。

（3）对于发生在薄壁，位处中央部位非加工面上的裂纹，如气缸体水套壁部分冻裂或捣缸等缺陷，最好采用新铸 120 纯铁芯焊条电弧冷焊、黄铜钎焊、补板电弧焊等方法焊修。

（4）对于发生在非加工表面上、壁厚大于 15 毫米、位处边缘的裂纹，如后桥壳体侧壁裂纹，可采用氧—乙炔冷焊，新铸 120、结 422、结 506 电弧冷焊。

（5）对较小的、结构较紧凑、缺陷发生在厚壁上、焊接应力比较集中的零件，如元宝梁拐轴套孔处断裂、平衡臂的裂纹等，可采用铸 208 预热电弧焊，或氧—乙炔冷焊。

(6) 对于要求强度较高的部位、一般焊接方法难以恢复强度的零件，可采用混合焊补法，如后桥体隔板的焊修，采用螺栓加强等措施。

(四) 常用焊补方法

1. 氧—乙炔热焊法

热焊法有整体全部预热和局部预热之分。整体全部预热气焊，是把被焊铸件预热到 $600—650^{\circ}\text{C}$ ，在 500°C 以上进行焊补，焊后再加热到 $650—700^{\circ}\text{C}$ 保温，进行退火处理，以便得到灰口组织，消除应力。适于焊补体积不太大、形状复杂、厚薄不匀的铸件缺陷。

整体全部预热气焊的优点是有效地克服了铸铁焊接中出现的困难，以得到良好的焊补质量。由于焊缝金属冷却缓慢，“石墨化”充分，避免了白口组织的形成，因此，焊缝组织与母材相同。又由于施焊过程中，铸铁始终处于 500°C 以上的高温，最低也不下 400°C ，焊接时产生的热应力部分地被铸铁的塑性变形所抵消，而焊后退火，又可以全部消除掉残余应力，就能完全避免了被焊处产生裂纹的可能性。又由于热焊时形成熔池体积较大，焊后冷却缓慢，使气体有充分逸出的机会，能够有效地消除焊缝中的气孔。

热焊的缺点是：需要专门的加热设备、成本高、生产周期长、工人操作条件差。如果用在已加工部位，还会生成氧化皮、易变形，破坏了原有零件尺寸与配合。

局部预热焊与整体全部预热焊法优缺点相同，只是可以

保留一部分已加工面免得生成氧化皮，免得破坏原来配合尺寸。如气缸体上平面缺陷需要焊补，采用局部预热焊时，只进行上半部加热即可，从而避免了下半部，即曲轴座孔处变形，保留原配合尺寸不变。

常用的加热方法虽然多种多样，但在农机修造厂多采用反射炉及适用于局部热焊的以木炭为燃料的铁皮框加热炉。

氧—乙炔热焊的操作要点：

焊前准备

①检查缺陷。清除缺陷及其周围的氧化皮、油污后，检查缺陷位置及裂纹长度。

②在裂纹终点钻止裂孔。一般用直径3—5毫米钻头钻透。壁厚时，可选大些直径的钻头。

③开坡口。用

扁铲剔或刨床刨。

一般开U型坡口，底部为圆形，表面光滑（图3a），角度70—90°，深度为壁厚的2/3以上，

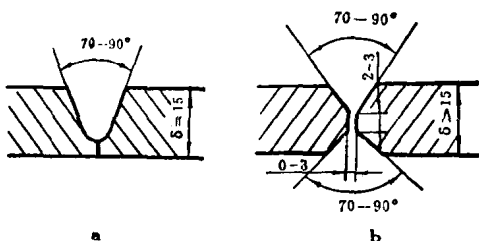


图3 坡口型式

如果壁厚超过15毫米，则应开X型坡口（图3b），角度可稍小些，中间留2—3毫米钝边。

④焊丝与焊粉。焊丝可用QHT型铸铁焊丝，其化学成分见表4。

也可以参照表4的化学成分自制焊丝，或利用废活塞环