

机械工人岗位培训辅导丛书

焊接修复实例

《焊接》编辑部 编

机械工业出版社

机械工人岗位培训辅导丛书

焊接修复实例

《焊接》编辑部

吕殿恒 杨慧文 王守业 主编

机械工业出版社

(京)新登字054号

内 容 简 介

本书将来自生产实践中的成功经验,以应用实例形式编辑成册。应用实例中包括:铸铁件补焊;铸钢件补焊;碳素钢与合金钢件的焊接及补焊;有色金属件的焊接及补焊;异种金属件的焊接及补焊;金属件的钎焊、喷熔修复等六章共100例。其中被修复零部件包括汽车缸体、水泵壳体以及锻锤砧座、机床导轨面等近百种;所采用的焊接方法有手弧焊、氩弧焊、碳弧焊、氧乙炔焊、氧氢焊、钎焊、喷熔7种。对现场的焊接修复有着直接地指导意义和参考价值。

本书适合生产现场中,广大焊工及从事焊接施工和质量管理的工程技术人员在工作中参考。

机械工人岗位培训辅导丛书

焊接修复实例

《焊接》编辑部

吕殿恒 杨慧文 王守业 主编

*

责任编辑:董连仁

封面设计:方 芬

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印张7.5·字数188千字

1994年2月北京第1版·1994年2月北京第1次印刷

印数 0.001—3.950 定价 3.50 元

ISBN 7-111-03995-5/TG·872(X)

前 言

为了适应机电行业工人岗位培训工作的开展,以及满足广大工人自学、提高技术水平和解决生产中实际问题能力的需要,在机械电子工业部教育司和人事劳动司的支持与指导下,我们组织编写了这套机械工人岗位培训辅导丛书,由陈榕林同志任主编,参加编写人员有陈榕林、张磊、刘玉池、李翰奇、高玉奎、陈野、吴鹏、梁丽嫦、邵明武、王兴显、赖立松和童正南等。首批编写出版的《机床改装技术——方法 经验 绝招 技巧》、《巧用车床》、《怎样车削螺纹和细长轴》、《机床电气线路新旧国标对照与故障处理》四种。由哈尔滨焊接研究所等单位编写的《焊接修复实例》和《精密元器件焊接实践机械制造窍门集粹》等也将陆续与读者见面。这套丛书可供车工和维修钳工、维修电工以及焊工等中、高级工人作为岗位培训的辅导用书。

在内容编排上,这套丛书注意了从工人岗位生产技术的需要出发,突出了针对性和实用性,努力做到理论联系实际。在写作方法上,力求重点突出、简明扼要、通俗易懂,便于在职工人学习、运用和提高业务能力。因此,这套丛书既是机械工人岗位培训和技工学校、职业学校教学工作的辅导参考用书,可供组织培训、考核前复习和教学实践使用,又是工人自学成才的良师益友和解决生产中具体问题的指南,还可供有关工人、技师和工程技术人员参阅。

这套丛书的编写、出版得到了一些专家和从事技工培训工作同志的热心帮助,并参考、引用了多方面的材料。机械工业出版社的领导和有关同志也给予了大力支持,谨向他们致以衷心的感谢!由于我们缺乏经验和业务水平有限,书中难免有疏漏之处,希望读者提出宝贵意见。

机械电子工业部机械中心科技编辑部

1993年2月

序 言

自1986年由《焊接》编辑部编出版的《焊接修复120例》发行以后，我们陆续收到许多读者，特别是生产第一线从事焊接生产的焊工和工程技术人员的来信或来电，反映这本书很实用，对焊接生产和施工很有参考价值。时过几年，仍不断有来人或来信要求购买此书，其迫切心情，难于言表。为满足这些读者的要求，在机械工业出版社的大力支持下，我们编写了这本适于机械工人岗位培训的小册子，作为《焊接修复120例》的续集，在编写风格上仍保留《焊接修复120例》的特色，在编写内容上仍突出实用性，并以应用实例的形式介绍了焊接生产现场经常遇到的各种产品、各种机器零部件的焊接修复问题。实例中介绍了修复件的材质、缺陷性质、修复方法、焊接工艺参数和焊接材料的选择，以及操作要点等，以便使读者能从这些实例中得到启发和借鉴。

值得指出的是，编入此书的实例中，由于原作者受到当时所处环境和条件的限制，所选用的修复方法和焊接材料等不一定是最先进和最合理的，甚或有这样或那样的问题，恳请广大读者提出宝贵意见，也欢迎你们把书中实例用于实际修复的效果和体会反馈给我们，对此，表示诚挚的谢意。另外，本书对原文作了适当的增删。

参加此书编写工作的还有葛文梅、何瑞芳、王佰玲、任大成同志。

编 者

1993年1月

目 录

前 言 序 言

第一章 铸铁件的补焊

例1 烧碱浓缩锅的冷焊修复	(1)
例2 水泥回转窑底座裂纹 的电弧补焊	(1)
例3 带孔铸铁件断裂的焊接修复	(2)
例4 台秤断裂件的焊接修复	(8)
例5 大型水泵壳体法兰的补焊	(4)
例6 大型循环水泵壳体裂纹的补焊	(5)
例7 给水鹤裂纹的补焊	(8)
例8 汽车缸体裂纹的不拆卸补焊	(9)
例9 空气压缩机带轮的补焊	(10)
例10 空气压缩机高压缸裂纹的补焊	(10)
例11 铲车缸体裂纹的冷焊修复	(11)
例12 减速箱底座缺陷的补焊	(11)
例13 电动机机壳裂纹的补焊	(12)
例14 挖掘机推压电机端盖 的冷焊修复	(13)
例15 变质铸铁平板的补焊	(14)
例16 150t轨道衡传力杆 的气焊修复	(15)
例17 农机铸铁件的水冷补焊	(16)
例18 铸铁件的加热减应补焊法	(17)
例19 铸铁件的大线能量补焊法	(18)
第二章 铸钢件的补焊	
例20 柴油机曲轴裂纹的不拆卸补焊	(20)
例21 铸钢件的CO ₂ 堆焊修复	(22)
例22 大型球磨机端盖裂纹的补焊	(23)
例23 破碎机动颚板的焊接修复	(24)
例24 4000t多层液压机主缸体裂纹 的修复	(25)
例25 空气锤下砧座的焊接修复	(27)
例26 锻锤砧座的补焊	(28)
例27 错位孔的焊接修复	(29)
例28 防止使用J507焊条时产生 焊接气孔的工艺措施	(29)

例29 ZG0C, 13Ni7Si4铸钢的补焊	(31)
例30 ZG18Cr-Mn-Si-Mo-V防喷器 壳体的补焊	(32)
例31 汽轮机缸体裂纹的补焊	(33)
第三章 碳素钢与合金钢件的焊接及补焊	
例32 柴油机焊接机体的修复	(35)
例33 柴油机汽缸水套及减振器 的粗丝CO ₂ 自动焊	(36)
例34 船机凸轮的补焊	(38)
例35 小直径高压管的手工 钨极氩弧焊	(38)
例36 液化气钢瓶内咬边缺陷的消除	(39)
例37 200t水压机柱塞缸缺陷的修复	(40)
例38 汽车吊伸缩肩油缸柱 塞的冷焊修复	(40)
例39 消声器缸体的焊接修复	(41)
例40 1500t水压机主体立柱 断裂现场修复	(42)
例41 4.5mm立式车床主刀杆断 裂的焊接修复	(42)
例42 压铸机合模缸体的焊接修复	(45)
例43 3t模锻锤锤头裂纹的焊接修复	(45)
例44 600t油压机上横梁的焊接	(46)
例45 天车轨道的现场焊接修复	(48)
例46 用深孔堆焊法取断螺钉	(49)
例47 低压管路带水带汽补焊法	(49)
例48 补焊中对焊接变形的 控制及矫正	(50)
例49 长轴的矫正	(51)
例50 汽车大梁裂纹的补焊	(52)
例51 1500t水压机箱形立柱的焊接	(53)
例52 岔管焊接裂纹的修复	(54)
例53 大型锅炉汽包的现场焊接修复	(55)
例54 用低温间接预热法矫正不	

锈钢薄板的变形..... (57)	例80 尿素合成塔塔底腐蚀
例55 卧式退火炉旧炉底辊的焊接修复 (58)	穿孔的补焊..... (88)
第四章 有色金属件的焊接及补焊	例81 阴极箱生产中的铜—铜碳弧焊... (90)
例56 大型铸铜件的补焊..... (60)	例82 紫铜与低碳钢的手工电弧焊..... (91)
例57 铸造黄铜螺旋桨缺陷	例83 磁选机不锈钢筒体与
的氩弧补焊..... (60)	黄铜法兰的焊接..... (92)
例58 高锰铝青铜螺旋桨的补焊..... (62)	例84 不锈钢与铝的气焊..... (93)
例59 采用软衬垫的紫铜埋	第六章 金属件的钎焊与喷熔修复
弧焊双面成形工艺..... (63)	例85 电气工程中铜—铝接
例60 蒙乃尔合金的氩弧焊..... (64)	头的氧乙炔火焰钎焊..... (95)
例61 镶嵌型可拆式衬垫在	例86 不锈钢与黄铜的黄铜
弯管焊接中的应用..... (65)	基钎—熔焊..... (96)
例62 铸铝油底壳裂纹的补焊..... (66)	例87 铝型材的火焰钎焊..... (97)
例63 管状铝母线全位置手	例88 铅槽的火焰钎焊修补..... (98)
工钎极氩弧焊..... (67)	例89 用钎焊法制造抹灰刀..... (99)
例64 铝制罐车的熔化极氩弧焊..... (68)	例90 小坡口银钎焊..... (100)
例65 铝合金铸件的补焊..... (70)	例91 YT15合金刀具的火焰钎焊..... (102)
例66 航空铝合金铸件的钎	例92 YT30合金刀具的火焰钎焊..... (103)
极氩弧焊修复..... (71)	例93 重型机械零部件的粉
例67 钨发热体的氩弧焊..... (72)	末喷熔修复..... (103)
例68 铝镁合金氩弧焊气孔的消除..... (73)	例94 机床和其它铸铁件缺
例69 钛管弯头的全位置自动氩弧焊..... (74)	陷的喷熔修复..... (105)
例70 钛铸件的补焊及焊接..... (75)	例95 SLP-Z75型膨化机内
例71 铂容器的氢氧焰补焊..... (77)	套筒的金属粉末喷熔..... (107)
第五章 异种金属件焊接及补焊	例96 1200m ³ 高炉大钟拉杆的喷
例72 33GrNi3MoA钢与45钢的焊接... (79)	涂修复..... (108)
例73 35CrMo合金钢齿轮的CO ₂ 焊..... (79)	例97 氧乙炔喷涂(熔)时常见
例74 70MPa高压管汇的焊接..... (81)	缺陷及其防止..... (111)
例75 推土机推板与推口的焊接..... (83)	例98 滚筒的等离子弧粉末喷涂..... (111)
例76 35CrMn2与45钢法兰的手弧焊... (83)	例99 柴油机气阀顶部的氧
例77 40Cr钢与35钢的焊接..... (84)	乙炔焰喷涂..... (112)
例78 煤仓漏斗衬板的焊接..... (85)	例100 潜卤泵轴套的等离子弧喷涂... (114)
例79 果酱蒸煮锅的焊接..... (86)	

第一章 铸铁件的补焊

例1 烧碱浓缩锅的冷焊修复

某化工厂的烧碱浓缩锅在生产中由于加热不均匀等原因,仅用了几次就产生了穿透性裂纹,裂纹靠近锅底(图1)。浓缩锅直径3000mm,高2800mm,壁厚70mm,材质为灰铸铁。经冷焊修复,为国家节约了大量资金。

补焊工艺如下:

(1) 在裂纹处开75°双V形坡口。

(2) 在坡口两侧分别栽上两行M10螺钉,螺钉间距为60mm。

(3) 用 $\phi 4\text{mm}$ 的Z408焊条,直流反接施焊。焊接电流120~140A,焊接顺序如图2所示。当焊缝长度约达到30mm时就停止施焊,并对其进行锤击。每焊7~8mm厚,就在坡口内放一块2~3mm厚的弧形不锈钢板,以便调节母材温度维持在50℃。

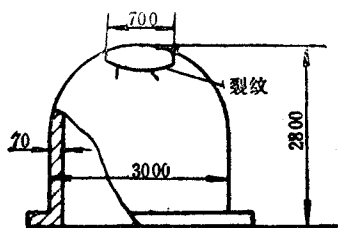


图1 裂纹位置

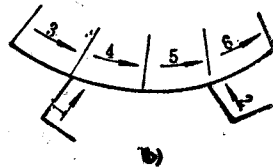
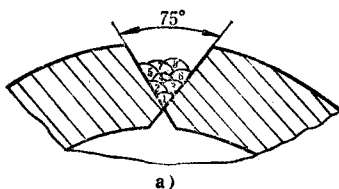


图2 焊接顺序

a) 焊道顺序 b) 分段焊顺序

(大连市总工会技术协会 朱敬喜)

例2 水泥回转窑底座裂纹的电弧补焊

焊

我厂制造的一台外形为4000mm×1460mm×500mm,壁厚为30mm的水泥回转窑底座铸件产生了一条由上至下的裂纹(图1),采用自制铸铁芯焊条(相当于Z248)进行了热补焊。

1. 焊前准备

焊前进行热处理,以消除铸造应力。

(1) 将铸件垫起,以便于从底部进行局部加热。加热区域见图1。

(2) 修整裂纹,使其间隙为20~21mm(裂纹总长为750mm)。

(3) 在裂纹两侧各约500mm处加定位槽钢(图1中4),以防加热时铸件产生局部变形

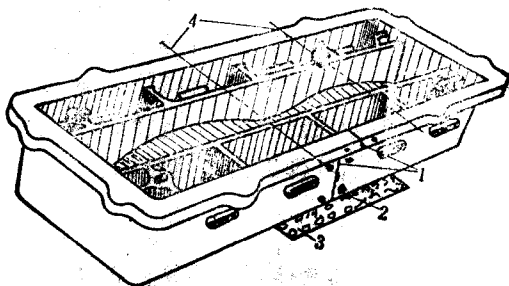


图1 回转窑底座

1—裂纹 2—变形测量点(明黑点表示)

3—加热区域 4—槽钢位置

即边缘下塌。标出铸件身板、边板的变形测量点（共6点）。

(4) 由于铸件形状复杂，为减少热损耗，保持一定温度，用耐火泥沿铸件加强肋的两侧壁造型，厚约20mm，以免加强肋处断裂，在其余空间内，用旧型砂全部覆盖，起到保温作用。

(5) 根据补焊焊缝的不同形状，用石墨块制成A、B、C、D四种石墨模块（图2中A、D各1块，B两块，C四块）。模块除长度不同外，厚度及宽度基本相同。C模块加工出4mm×25mm的“Π”型成形槽（图3）。

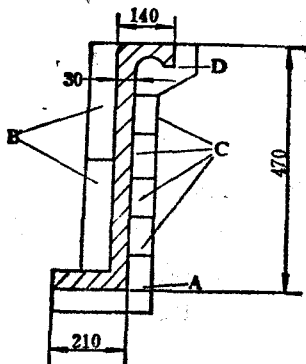


图2 裂纹断面及石墨模块布置

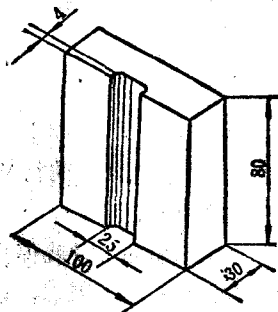


图3 C模块的形状及尺寸

(6) 用地炉将铸件缓慢加热到450~550℃，补焊过程中保持这一温度。

2. 焊接

将A模垫好，先焊接底部焊缝。然后放上B模及一块C模，进行立向上焊接。焊至接近C模上口时，再放上第二块C模，直至D模处焊完。

施焊时，焊条作横向摆动，并注意使其与母材熔合良好，保证焊接质量。

由于焊条要伸入石墨模内焊接，在石墨模与焊条之间因焊接电流的影响会产生磁偏吹现象，为此要用石棉将露在石墨模外面的焊条包起来，从而消除了磁偏吹。

3. 焊后处理

焊后应缓冷至室温。为改善焊缝金相组织和消除焊接残余应力，铸件应作回火处理。经测量焊前及回火后的测量点距离变化为：身板处焊前为119mm，回火后为122.7mm，边板处焊前为149mm，回火后为154.5mm。

通过水泥回转窑的补焊，我们认为在补焊量较大的情况下，要取得高的熔敷效率，采取上述立向上电弧补焊工艺是可行的。

（上海中华造船厂 吴世初 张福正 何中南）

例3 带孔铸铁件断裂的焊接修复

铸铁件带孔部位断裂，过去采用的是先将孔焊满，然后钻孔的办法。由于母材和焊缝金属硬度不一样，钻孔时易发生偏移。工件大时又不易加工。采取向带孔部位加圆形铜棒，直接进行补焊修复的办法，即省时又可现场修复。现将补焊工艺介绍如下。

1. 水平断裂孔补焊

水平断裂孔（图1）补焊时，首先车制一根紫铜棒，其直径小于孔径0.3mm，长度大于孔长20mm，彻底清除油污后放入孔中，露出两端。用Z408焊条在铜棒两侧交替堆焊（图2）。

焊一层后,抽动紫铜棒,除去渣壳后继续堆焊,当焊至两侧间隙只剩3~4mm时,焊条对准紫铜棒进行合拢焊接,堆满焊肉后随即将棒抽出,然后只需稍加修磨即可使用。

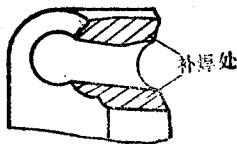


图1 水平断裂孔示意图

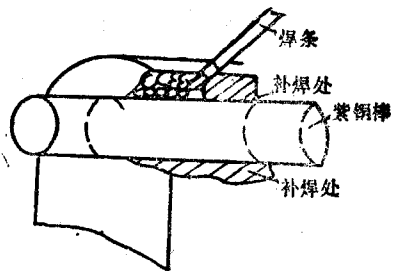


图2 水平断裂孔补焊示意图

2. 垂直断裂孔补焊

垂直断裂孔补焊工艺与水平孔补焊相同。只是将紫铜棒放入孔中后,孔底部垫铜板。

(沈阳拖拉机厂 李国中)

例4 台秤断裂件的焊接修复

台秤在使用过程中,由于被不断移动或碰撞,经常造成一些部件损坏。现以TGT-50型台秤为例,对其不同形状、尺寸的断裂件(材质为HT200)所采用的焊接修复工艺介绍如下:

1. 台板、秤座、杠杆的修复

台板、秤座、杠杆的裂纹位置见图1。这些零件的结构比较复杂,承受的压力、冲击力

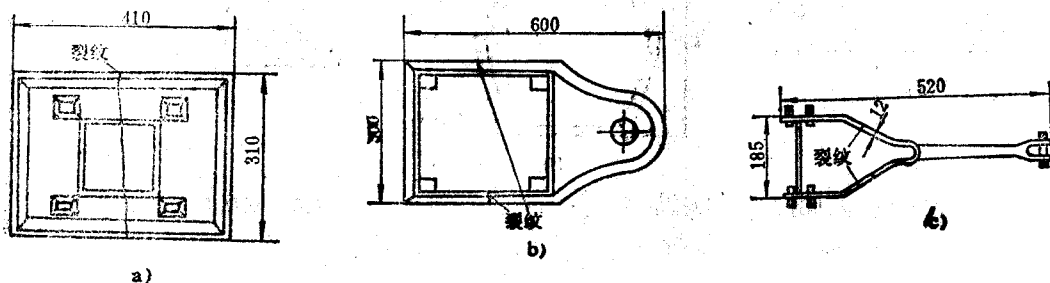


图1 台板、秤座、杠杆的裂纹位置

a) 台板 b) 秤座 c) 杠杆

都比较大,要求焊缝外观平整,所以采用了氧乙炔气焊修复。

(1) 焊前准备

①台板及秤座开V形坡口(图2),杠杆开双V形坡口(图3)。坡口可用手提式砂轮加工。

②坡口及其两侧5mm范围用钢丝刷刷净。

(2) 补焊工艺

①施焊时,将工件置于20℃的室内避风处,底部垫上石棉板或其它隔热材料。

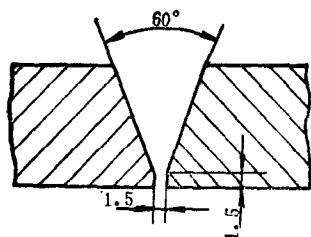


图2 台板、秤座裂纹处坡口形式

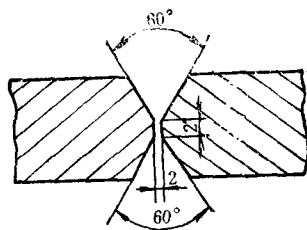


图3 杠杆裂纹处坡口形式

②焊炬使用H01-20型, 填充材料用 4×4 mm的普通铸铁棒, 气焊熔剂为CJ201。

③焊前用焊炬将坡口及其两侧加热至 $500 \sim 600^\circ\text{C}$, 然后从焊缝一端开始施焊。

④一般焊口焊一层即可, 除台板外, 其余焊缝余高均为 $2 \sim 3$ mm。台板焊缝应尽量平整, 以免影响计量。每条焊缝都要求焊透。

⑤杠杆的两条焊缝必须先各自定位焊, 然后施焊, 每条焊缝要求连续焊完, 不得中断。

⑥焊后立即用烘干的石灰将焊件埋起来保温。

2. 质板、制动器的修复

顶板、制动器的裂纹位置见图4, 采用手工电弧焊修复

(1) 焊前准备 顶板的坡口形式及尺寸与台板相同, 制动器的裂纹处开K形坡口(图5), 坡口清理方法同前。

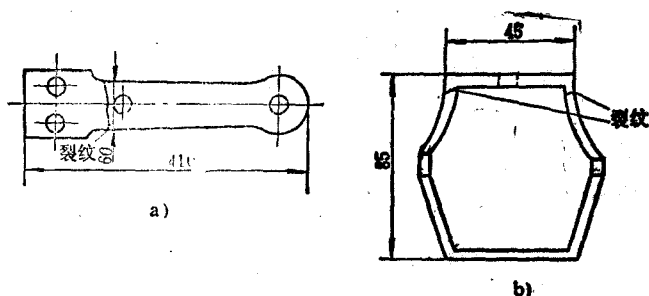


图4 顶板、制动器的裂纹位置

a) 顶板 b) 制动器

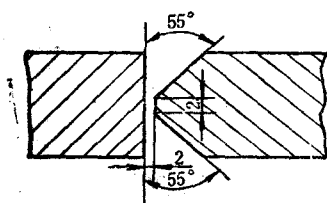


图5 制动器裂纹处坡口形式

(2) 补焊工艺

①焊件置于室内避风处焊接, 采用直流手弧焊, 焊条为 3 mm的A132焊条, 焊接电流 $80 \sim 90$ A。

②焊接速度要快, 运条要稳, 采用短弧, 焊条不作横向摆动, 焊缝不宜过宽, 每条焊缝焊 $1 \sim 3$ 层, 焊缝余高 $1 \sim 2$ mm。

③焊后立即埋入烘干的石灰中, 放在避风和温度较高处, 直到降至室温。

(金州有色金属公司 魏保克)

例5 大型水泵壳体法兰的补焊

我厂12SH-13型4#水泵安装不久, 在泵壳进水口法兰处发现长 250 mm的裂纹, 经试车滯

水严重。法兰材质为HT200灰铸铁，外径435mm，厚24mm（图1）。采用不拆卸机体用J422焊条补焊，焊后进行0.21MPa水压试验，无渗水现象，运行情况良好。

1. 焊前准备

焊前在裂纹始末两端钻 $\phi 6\text{mm}$ 的止裂孔然后用手提式砂轮机开坡口，坡口尺寸见图2。用碱水洗涤坡口及附近的油污及杂质。

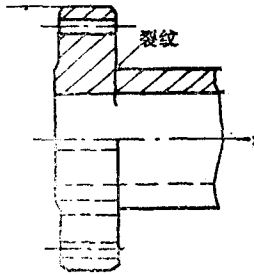


图1 法兰裂纹位置

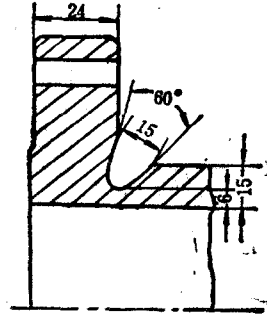


图2 坡口尺寸

2. 焊接工艺

由于是在不拆机体下补焊，只能采用冷焊。为了防止焊缝剥离和热裂纹，必须减小热影响区和焊接应力，减少母材的熔化。为此，采用小电流断续焊法，即当每形成熔池时立即作直线快速运条，焊10~15mm，待弧坑填满后即断弧，随即用锤击法消除应力。待焊缝温度降至室温后再继续补焊，依此类推，直至焊完。

（洞庭苧麻纺织印染厂 倪腾芳 陈彪）

例6 大型循环水泵壳体裂纹的补焊

某电厂在2×50000kW机组安装过程中，由于当地气温骤降，致使1*及2*泵冻裂，泵壳材质为HT300，外径 $\phi 3550\text{mm}$ ，壁厚50~60mm，裂纹长达1500mm。采用J507焊条冷焊修复，取得良好效果。

1. 焊前准备

（1）加工坡口 用钻头钻测裂纹方向，然后按图1尺寸加工坡口，并在裂纹端点外8~10mm处钻止裂孔。

（2）采取增加焊缝强度措施 为增加焊缝强度，防止焊缝剥离，采用了增置加强键、加强板、加强棒等措施，各措施均在开好坡口后立即进行。所有加固措施均以保证焊缝不开裂为准则，一般是根据键材的许用强度进行校核。

①加强键 根据裂纹的部位和水泵形状确定1*泵开键槽7个，2*泵开键槽8个，键的形状见图2。键的材质为45钢。键的长度 L_0 可按下式计算：

$$L_0 = \frac{L}{1 + \alpha t}$$

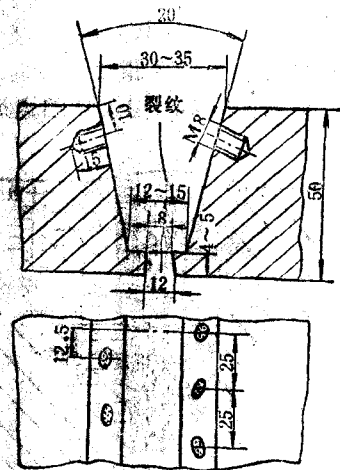


图1 坡口尺寸

式中 L ——键加热膨胀后的总长度,
 α ——键材料的膨胀系数,
 t ——键加热后的温度 - 室温。

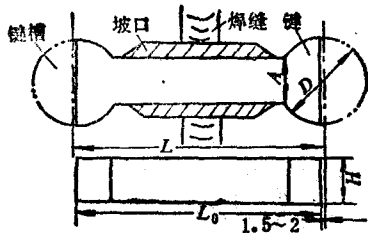


图2 加强键尺寸

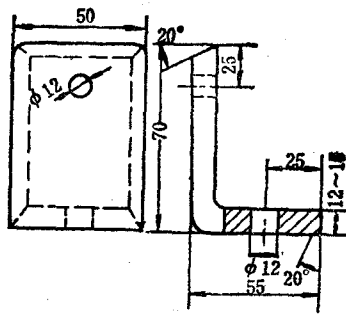


图3 加强板尺寸

②加强板 在泵壳有肋的部位,无法加键时,可用加强板加固。加强板须在加固部位焊键全部焊完后再焊。加强板尺寸见图3,材料为20钢,两圆柱销材料为40Cr。1*泵共有加强板4块。 $\phi 12\text{mm}$ 孔应在弯板四周焊好后,再与泵壳配钻配铰,圆柱销孔在工件上钻深15mm,销子长为30mm。

③加强棒 对壁原较薄处可采用加强棒。选用 $\phi 20\text{mm}$,长60~80mm的45钢。

(3)加工栽丝孔 在坡口和键槽加工好后,按图1尺寸要求钻栽丝孔,栽丝外露长度为20~30mm。

(4)预热 因当时气温较低,为提高工件温度,在水泵壳内接一组电阻丝,并用石棉布将整个泵壳盖上,预热温度可达50~80℃,经测量泵壳表面温度达85℃。

2. 补焊工艺

(1)键的焊接 补焊过程中,将补焊区域分成若干焊段,每个焊段长100~150mm。当焊接加强键下面的焊段时,先焊坡口两侧焊道,再焊中间焊道。两侧焊道用 $\phi 2\text{mm}$ 或 $\phi 2.5\text{mm}$ 焊条,中间焊道用 $\phi 2.5\text{mm}$ 或 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条。打底焊道可不锤击,一经封底,每焊一点立即进行锤击,使焊缝金属变形为止。焊后用砂轮将焊缝表面清理出金属光泽,如发现裂纹,打磨后用 $\phi 2\text{mm}$ 焊条补焊(划圈点焊法),焊后用砂轮磨平,直至无裂纹为止。

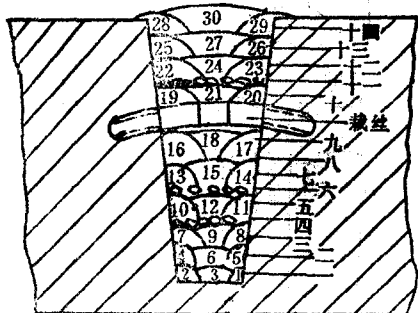


图4 焊接顺序

将键加热至暗红色(约850℃),趁热镶入键槽内,待冷却后立即将键槽的两半圆空间坡口处焊满(用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条)。采用短段焊,焊后立即锤击,焊至焊肉略低于工件表面时改用 $\phi 2\text{mm}$ 焊条,以划圈点焊法在键槽四周焊回火焊道,再用 $\phi 2.5\sim 3.2\text{mm}$ 焊条将键槽焊满(高出工件表面1~2mm为宜)。

(2)键间焊缝的焊接 将两键之间的焊缝,按分段、分层、交叉、分散焊法进行焊接,焊接顺序见图4。具体工艺如下:

第一层,焊道1、2用 $\phi 2\text{mm}$ 焊条焊接,焊接电流55~70A;焊道3用 $\phi 2.5\text{mm}$ 焊条,焊接电流95~105A。焊后不锤击或轻轻锤击一下即可,

以后各层，每焊一点都必须立即锤击。

第二层：焊道4.5用 $\phi 2\text{mm}$ 焊条，焊道6用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条（焊接电流 $110\sim 130\text{A}$ ）。

第三层：同第二层。

第四层：用8#铁丝剪成 $8\sim 10\text{mm}$ 短节，均匀布于第三层焊道上。

第五层：用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条，焊接电流 130A 或稍大。

第六层：用8#铁丝短节均匀布满在第五层焊道上。

第七层：用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条将铁丝熔化，使其与第五层熔合。

第八层：用短节铁丝布满在第七层焊道上。

第九层：用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条熔化铁丝，使其与第七层熔合，应注意焊道面应低于螺钉孔 2mm 左右，以免影响栽丝。

栽丝：待第九层焊道冷却后，即进行栽丝，螺钉的四周用A302或A407焊条($\phi 3.2\text{mm}$)焊满，再用氧乙炔焰将邻近两螺钉烤弯搭接上，并紧贴在第九层焊道上，再用奥氏体焊条将搭接的螺钉焊好。

第十层：焊道19、20用 $\phi 2.5\text{mm}$ 焊条，焊道21用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条焊接。

第十一层：在第十层焊道表面布满铁丝。

第十二层：用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条熔化铁丝，使其与第十一层焊道熔合。

第十三层：焊接时注意焊道高度，应低于工件表面 2mm 左右，焊道25、26用 $\phi 2.5\text{mm}$ 焊条，焊道27用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条焊接。

第十四层：即盖面层，首先用 $\phi 2\text{mm}$ 焊条在坡口两侧熔合线上以“划圈点焊法”焊回火焊道，每段焊道长 $10\sim 15\text{mm}$ ，其余用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条。焊后用风动圆头尖铲锤击焊缝表面，至打击麻坑为止。然后用手提砂轮将麻坑打磨光滑，检查有无裂纹、夹渣等缺陷，若有缺陷立即打磨并用 $\phi 2\text{mm}$ 焊条用“划圈点焊法”补焊。

上述各层焊接时，运条动作应保持焊条垂直坡口底部，不使电弧直接指向坡口面，以减少热应力，降低白口层厚度。

(3) 加强板焊接 在所焊焊段内，没有加强键而只有加强板时，须待焊缝焊满并打磨光滑后再焊加强板。可按图5所示顺序焊接，焊后锤击至焊缝变形为止，接着钻孔、铰孔、栽销钉。

(4) 背面焊缝焊接 用 $\phi 8\text{mm}$ 钻头沿裂纹中心连续钻孔，直至发现正面焊道为止。再用薄片砂轮开出坡口，用 $\phi 2.5\text{mm}$ 焊条采用分段、分层、交叉、分散法焊接。焊至盖面层时，坡口两侧的焊道用 $\phi 2\text{mm}$ 焊条，中间焊道用 $\phi 3.2\text{mm}$ 焊条。焊后打磨，检查无缺陷为止。

3. 焊后检验

在泵壳内装满煤油，经 24h 后在泵壳表面检查，无渗油现象。另用便携式硬度计测量焊缝硬度，其HBS值基本上未超过标准所要求的 $170\sim 255$ 范围。

水泵投入运行后情况良好，实践证明，HT300铸铁采用J507焊条，选择适当工艺进行冷焊是可行的。

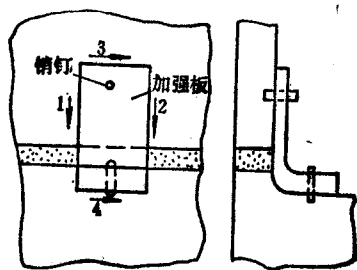


图5 加强板焊接顺序

例7 给水鹤裂纹的补焊

给水鹤是给机车上水的设备, 材质为灰铸铁, 主体管壁厚为15~20 mm, 承受水压0.6~1.3 Pa。我厂地处北方, 冬季气温达零下38~40℃, 因铸铁管内余水未放尽, 致使管壁严重冻裂(图1)由于给水鹤尺寸大, 预热有困难, 因此采用电弧冷焊进行补焊。经二年多的使用证实, 补焊是成功的。

1. 焊前准备

- (1) 清理补焊部位, 除去油锈直至露出金属光泽。
- (2) 用高速砂轮坡口机开60°V形坡口, 钝边为1~2 mm, 坡口间隙即裂纹宽度。
- (3) 在裂纹端头钻 $\phi 12\sim 14$ mm的止裂孔(图2)

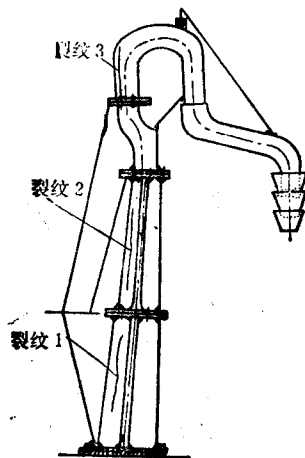


图1 给水鹤裂纹

裂纹1长1500 mm; 裂纹2长1200 mm;
裂纹3长700 mm (裂纹宽1.5~1.8 mm)

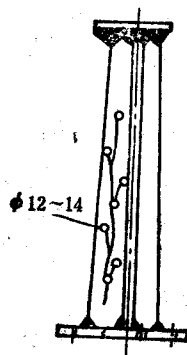


图2 止裂孔位置

- (4) 将 $\phi 3.2$ mm的J506和Z308焊条置于300℃条件下, 烘焙2h。

2. 补焊工艺

补焊过程中, 选用AX-350型直流弧焊机, 以直流正接施焊。具体工艺如下:

(1) 用 $\phi 3.2$ mm的J506焊条, 90~120 A的焊接电流施以短弧、分段跳焊, 并锤击的补焊工艺, 焊接打底焊道, 焊接顺序如图3所示。每段焊道长50~80 mm。运条速度要慢, 锤击是在每段焊道焊后降温至100℃左右时进行的。打底焊道为单道, 焊道与坡口相平或低2~3 mm。

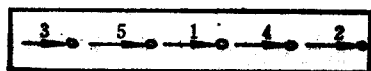


图3 打底焊道顺序

(焊道之间为止裂孔)

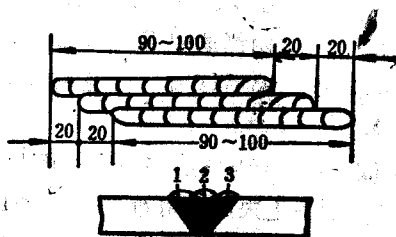


图4 盖面焊道顺序

(2) 当打底焊道降温至不烫手时, 用 $\phi 3.2\text{mm}$ 的Z308焊条, $100\sim 140\text{A}$ 的焊接电流盖面焊, 同样采用上述分段跳焊加锤击的焊接工艺, 焊接速度不宜过慢, 直线运条。每段焊道长 $90\sim 100\text{mm}$, 与打底焊道的接头要错开。焊完第一条焊道后, 普遍锤击一遍, 再焊下一道。相邻焊道间要重叠, 重叠上一焊道宽的 $1/3$, 其焊接顺序见图4。

(3) 当盖面焊道降温至不烫手时, 用Z308焊条将止裂孔填满, 并加以锤击。

(富拉尔基黑龙江化工厂运输部 王宝珊)

例3 汽车缸体裂纹的不拆卸补焊

汽车的汽缸冻裂后, 一般均将汽缸从汽车上卸下, 以平焊位置进行补焊。这样, 虽然给焊接创造了方便条件, 但由于拆装费事, 影响了汽车的及时使用。多年来, 我们采取不拆卸汽缸, 就地补焊的方法修复了多台汽车缸体裂纹。

1. 焊前准备

(1) 将汽车放置在 5°C 以上的车库或防寒棚内, 并采取挡风措施。

(2) 在裂纹两端钻止裂孔, 孔径 $3\sim 4\text{mm}$ 。

(3) 在裂纹处用砂轮或扁铲开坡口。图1为常见裂纹位置及坡口形式。

(4) 焊条选择时, 考虑到焊后不需机械加工, 而只要求保证一定的强度, 所以一般都采用J506、J606、J607焊条。焊前需经 350°C , 烘干 1h , 随用随取。

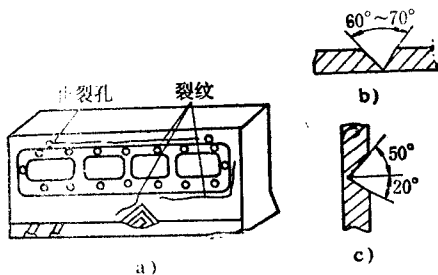


图1 裂纹位置及坡口形式

a) 裂纹位置 b) 立焊坡口 c) 横焊坡口



图2 分段跳焊法

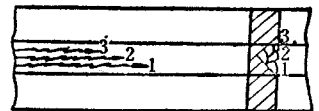


图3 横焊运条法

2. 补焊工艺

(1) 第一层的焊接电流应稍大一些, 以后各层电流应随缸体温度的升高, 而减小。据我们的经验, 如采用 $\phi 3.2\text{mm}$ 的J506焊条, 第一层的焊接电流应选 160A , 第二层选 120A , 第三层选 100A 。

(2) 采用分段焊, 焊后立即锤击, 待焊道不烫手时再焊下一段。第一层每段长 80mm , 第二层每段长 60mm , 第三层每段长 40mm 。

(3) 第一层或第二层采用分段跳焊法(图2)。盖面层采用连续焊。因焊道接头多, 故容易出现渗漏。

(4) 施焊时, 焊道越窄越好。在横焊时, 采用直线运条(图3); 立焊时凭焊工经验运条操作。

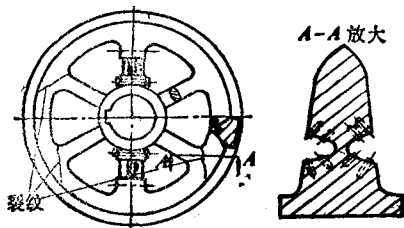
(5) 裂纹处焊完后, 将止裂孔薄薄的焊一层, 用圆头锤锤击。

(6) 焊缝处如发现有渗水现象, 可在渗漏点薄薄补焊一层, 切不可大面积补焊。

(浑江市板石沟铁矿 姜巨瑞)

例9 空气压缩机带轮的补焊

我厂的1-5/55型空气压缩机带轮是由两个半圆件（共8根肋）用螺栓连接而成的。其中三根肋的根部产生了较深的裂纹（见左图），我们采用手工电弧焊将其成功地修复。补焊工艺如下：



带轮裂纹位置及坡口形状

（1）清理裂纹，并开U形坡口（见A-A放大图）坡口应尽量开得深些，以便焊透。坡口宽40~50mm，坡口面角度 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。开好坡口后，用 $\phi 8$ mm钻头钻孔攻螺纹。孔距约20mm，孔中栽入 $\phi 8$ mm的套螺纹钢筋。

（2）补焊焊条选用Z408及J422两种，可交流施焊。

（3）采用冷焊工艺。每道焊缝长10~15mm，焊后立即锤击，焊道层间温度控制在 50°C 以下。从坡口根部开始焊，逐层填满坡口。第一层用Z408焊条，螺纹头之间用J422焊条焊接。其它各层用Z408和J422两种焊条间隔施焊。为防止焊接区温度局部升高，对三处裂纹要采取交叉施焊。

采用上述工艺补焊的带轮，外形美观、无偏心现象。自修补后已使用了6年，现仍完好无损。

（00619部队修配厂 蒋坤全）

例10 空气压缩机高压缸裂纹的补焊

我矿一台进口的33m³空气压缩机，使用中突然异常，经检查，发现高压缸内壁有300mm长，15mm宽，4~5mm深的裂纹（图1）。根据实际情况及技术要求，已不能使用。这里采用Z408焊条电弧冷焊对裂纹进行了补焊，其工艺如下：

（1）焊前将裂纹处铲出 60° V形坡口，并用汽油清洗干净。

（2）为减少焊件受热，采用直流反接及逆向分段法施焊。由于裂纹所在部位不便于钻止裂孔，因此，补焊前首先将裂纹两端封住。施焊顺序及方向见图2。焊条不作横向摆动直线运条，以免熔合不良、造成夹渣及剥离。用 $\phi 4$ mm焊条焊接4层。第1、2层的焊接电流为160A，第3、4层的焊接电流为150A。

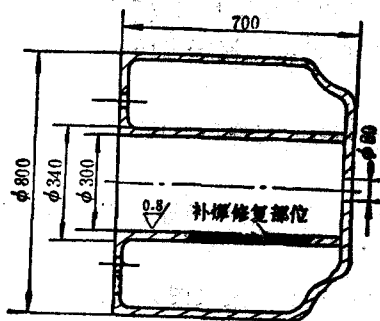


图1 高压缸内壁裂纹补焊部位

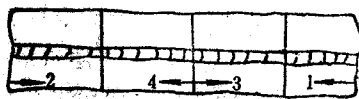


图2 施焊顺序及方向

（3）每焊接20~40mm长的焊道，即进行锤击，消除应力，增加焊缝的致密性。当焊道温度降至不烫手时，再焊下一段。焊盖面层时，不采用分段焊，连续焊接即可，以减少焊