



目 录



| | |
|---------------------------|---------|
| 1、2021-2022 学年度第二学期钳工实训计划 | -----2 |
| 2、2021-2022 学年度第二学期钳工实训计划 | -----7 |
| 3、2021-2022 学年度第二学期焊工实训计划 | -----11 |



涇州市职业技术教育中心 2021-2022 学年度第二学期钳工实训计划

一、实训班级：

21 机电 1 班、21 机电 2 班

二、实训时间：

2021-2022 学年度第二学期 第 2-4 周，约 78 课时

三、实训指导教师

贾开 李春强 罗爱民 张志伟

四、实训地点：

校内钳工实训车间

五、实训要求：

1. 纪律要求：

不准穿裙子，西服，皮鞋，拖鞋，实训期间必须穿工作服（或学生校服）；不准追逐打闹，注意安全，遵守实训纪律，做到有事请假，不得无故不到或随意离开，实训期间要爱护实训器材节省用料，用电。

2. 卫生要求：

在上完实训课时先要把个自的工位上的卫生打扫干净，工具摆放整齐；值日生在每节课上完以后打扫地面卫生。

3. 工艺要求：

根据图纸要求或老师给定要求来完成工件加工。

六、实训课程教学目标：

根据大纲重点要求对实习生做三个方面的培养与锻炼：

(一) 知识掌握点

1. 了解钳工在工业生产中的地位。
2. 掌握钳工基本知识和钳工工艺理论。
3. 掌握常用钳工工具、量具、设备的使用方法。
4. 掌握中等复杂零件钳工加工工艺的编制。
5. 了解钳工的实质、特点以及在机械装配、维护与维修中的重要性。
6. 工艺理论和操作技能达到中级水平。

(二) 能力训练点

1. 着重掌握掌握钳工加工基本技能，能按图进行基本的钳工加工；
2. 会识读专业范围内的一般机械图。
3. 能正确调试，维护及使用钳工的简单设备、常用工具、工量具夹具。
4. 能按图进行完成简单部件的装拆方法及组装技能。
5. 了解钳工的基本操作方法。

(三) 素质培养点

1. 培养学生养成安全文明生产的习惯。
2. 培养学生安全与质量意识加强职业道德意识。
3. 培养学生行为习惯和吃苦耐劳的精神、激发学生对钳工兴趣。
4. 具有热爱科学、实事求是的学风和创新意识、创新精神；

七、课题及课时分配



| 项目序号 | 课 题 内 容 | 课时分配（学时） |
|-------|--------------|----------|
| 项目一 | 钳工基本知识与安全知识。 | 6 |
| 项目二 | 手锤加工 | 34 |
| 项目三 | 六角螺母加工。 | 22 |
| 项目四 | 趣味工件小制作。 | 12 |
| 考核和清洁 | 工件考核、 清洁卫生 | 4 |

八、实习内容及要求

项目一、钳工操作基本知识与安全知识。

内容：介绍钳工性质、作用、设备及工量具的使用

目的：

1. 了解钳工的工作范围及其在机械制造与维修中的地位与作用。
2. 熟悉实习场地的设备及使用规则。钳台的拆装清洗。
3. 熟悉钳工常用工具、量具的结构，使用及保养。
4. 掌握实习工作制度与安全规则，设备安全操作规则，以及如何养成文明生产习惯。

要求：

1. 理解钳工的性质及作用。
2. 认真观看钳工基本知识电视录像。
3. 弄清基本设备的使用要求，能拆洗台虎钳。
4. 会识读常用量具。

项目二、手锤加工

内容：



制作小号鸭嘴锤

目的:

1. 掌握划线基本知识。
2. 掌握. 銼削、锉削及锯割和钻孔的基础知识与基本技能。
3. 熟悉銼、锯、锉刀具的选择与保养。
4. 初步熟悉平面度、垂直度及尺寸的识读和测量方法。

要求:

1. 掌握划线工具的使用及基本划线方法。
2. 初步掌握锯、锉、銼的加工方法。
3. 初步学会基本测量方法。

项目三、六角螺母加工

目的:

1. 进一步学习划线工具的使用与保护及万能分度头的用法。
2. 了解划线前的准备及划线时的安全操作方法。
3. 锯、锉、銼和测量的进一步练习。
4. 掌握螺纹加工方法。

要求:

1. 熟练掌握划线基本方法，理解分度头的原理。
2. 提高銼、锉、锯的基本技能。
3. 初步熟悉螺纹加工的知识 and 技能。

项目四 趣味小制作



目的：学生通过一定时间的枯燥练习之后，有松懈的情绪，通过趣味小工件的制作，及时提高学习兴趣，同时系统性地综合练习基本操作技能。

要求：每个同学选作喜欢的工作，注意安全，注意工件的合理性

具体图纸及评分要求等见《学生实训手册》。



兰州市职业技术教育中心

2021-2022 学年度第二学期钳工实训计划

车工实训通过亲身实践，学习车床的操作方法，掌握车工加工工艺的基础知识，学会车削加工的基本操作和车床的保养，并能加工简单的工件。通过车工实训达到学习工艺知识，增强动手能力，培养良好的思想作风。

一、实训目的：

通过车工操作训练，使学生了解车床结构，传动系统，工作原理；学习车削基本知识，进行车削基本功的培训，学习车刀几何角度，刀具材料，车削加工，安全文明操作规程，常用材料中碳钢圆棒料的车削；实践操作掌握端面、外圆、倒角、切槽、钻孔和偏心轴的车削加工，学会刃磨常用车刀，学会机床的维护保养，学会使用生产现场的常用工检量具，达到初级车工操作技能水平。

二、车工实习基本要求：

1. 掌握车工的安全文明操作规程；
2. 会操作、维护卧式车床；
3. 会刃磨常用车刀；
4. 会正确安装车刀与装夹工件；
5. 会车削外圆、端面、台阶轴，会车槽和车断；
6. 会用转动小滑板法车削低精度小锥度的外圆锥；
7. 会车削偏心轴；



8. 会检测零件并能制定简单零件的车削加工工艺，正确选择切削参数；

9. 能在规定时间内完成典型零件的车削加工，达到技术要求。

三、实训安排

车工实训时间为二周，具体安排如下：

| 序号 | 实训项目 | 实训时间（天） | 备注 |
|----|----------|---------|-----|
| 1 | 安全教育 | 1 | |
| 2 | 车工基本操作 | 2 | |
| 3 | 车刀的基础知识 | 1 | |
| 4 | 量具的使用 | 1 | |
| 5 | 车削基本加工训练 | 2 | |
| 6 | 简单零件加工 | 2 | 含测试 |

四、实训内容：

项目一：安全教育

1. 安全教育：

- (1) 学生实习行为规范
- (2) 学生实习考勤制度
- (3) 车工安全操作规程

2. 文明生产：

- (1) 文明操作
- (2) 操作者应注意工、夹、量具、图样放置合理
- (3) 安全操作技术
- (4) 其它

项目二：车床及操作



1. 车床的型号，规格，加工特点，加工范围
2. 车床的组成，各主要部件的作用，操作方法
3. 车床的润滑

项目三：车刀的基础知识

1. 了解车刀的构造，种类
2. 了解车刀的几何角度及特点
3. 车刀的刃磨

项目四：量具的使用

1. 游标卡尺的使用
2. 千分尺的使用

项目五：

课题一 外圆加工

- (1) 外圆表面的粗精车削加工
- (2) 车台阶，切槽，切断

课题二 车锥体

- (1) 加工锥度的方法和检测方法
- (2) 锥度的计算及标准圆锥的种类和规格
- (3) 车锥体

课题三 圆柱孔的加工

- (1) 钻孔 钻头与中心钻的安装、钻削用量的选择
- (2) 铰刀 铰刀的安装、铰削用量的选择

项目六：简单零件加工

该项目可结合车工实训指导书与工厂生产实际确定4—5个简单零件作为学生的训练课题

五、考核

实训考核采用学生自检，教师复检的检查制度，根据实际情况实训成绩按以下比例汇总。

| 项目 | 成绩比例(%) | 审评成绩(%) |
|---------|---------|---------|
| 车端面、切槽 | 10 | 100 |
| 车外圆、锥面 | 10 | |
| 钻孔、铰孔 | 5 | |
| 车偏心轴 | 10 | |
| 简单零件加工 | 45 | |
| 安全文明生产 | 5 | |
| 劳动态度、纪律 | 10 | |
| 实训小结 | 5 | |

指导教师在教学中要注意合理安排好每日进度计划，尽量能让学生少等工，有事干。磨刀练习、量具的使用可穿插在整个实训阶段。比如同一台车床的学生一半安排车床操作，另一半安排去磨刀、学习量具，然后及时轮换。





兰州市职业技术教育中心

2021-2022 学年度第二学期焊工实训计划

一、焊工基本注意事项

(一) 实习管理制度及体系文件：

1. 焊工管理要求：

(1) 从事压力容器受压元件焊接工作的焊工必须持有安全监察部门颁发的焊工合格证；

(2) 焊接检验员负责对上岗焊工进行资格监督，禁止无证焊工施焊；

(3) 焊工应接受实习组织的理论知识和实际操作培训；

(4) 培训结束后参加焊考委员会组织的理论和实践考试，考试成绩由焊考委员会评定；

(5) 考试成绩合格取得焊工证后方可上岗。

(6) 持证焊工焊接质量按月统计，与考试成绩一并计入焊工档案，由技术部统一保管。

2. 焊工岗位职责：

(1) 严格按管理制度的要求进行焊接材料的领用及回收，降低消耗，保证产品质量；

(2) 严格按焊接工艺的要求进行焊接工作，焊接完毕后进行自检并交检；

(3) 严格遵守安全操作规程，焊接过程中作好安全防护工



作，确保人身和设备安全；

(4) 管理好所用的设备、工艺、焊接材料，保持工序的及时流转及设备的日常维护工作。

3. 焊材领用手续：

(1) 焊材一级库根据“材料入库交验单”进行焊材的入库保管工作；

(2) 焊材二级库根据生产用料计划及焊接工艺定额要求，提前从一级库领料并做好焊材分类烘焙、保温工作，认证填写“焊材烘干记录”；

(3) 施焊焊工（持证焊工）凭待焊产品焊材领用单在焊材二级库领取焊材，要有保管员与领取焊材焊工签字确认，并要有质检员签字，避免领错，同时回收上次领取的焊条的焊条头。

4. 焊后交检手续：

(1) 焊缝焊接完毕，焊工应进行 100% 自检，有表面缺陷的应进行打磨或返修；

(2) 合格后焊工之间进行互检确认。

(3) 互检后应通知质检部焊接检验员对焊缝外观进行检验；

(4) 外观检验合格后由质检部开无损检测委托单委托探伤室对焊缝进行无损检测。

(二) 安全操作注意事项

焊接过程中产生有害因素是多方面的，如有害气体、焊接烟尘、强烈弧光辐射、高频电磁场，以及放射物质和噪声等。这些有害因素对人体的呼吸系统、皮肤、眼睛，血相及神经系



统都有不良影响。所以焊工在焊接过程中要佩戴好个人防护用具。

1. 个人防护用具主要包括：

(1) 防护面罩及头盔：避免焊接熔融金属飞溅物对人体面部及颈部烫伤，用时通过滤光镜片保护眼睛，最常用的有手持式面罩和头戴式面罩，以及送风面罩和头盔、安全帽面罩等；

(2) 防护镜片：焊接弧光的主要成分是紫外线、可见光和红外线。紫外线和红外线对人体的眼睛危害最大。

(3) 护目镜：气焊和气割时必须佩戴，与防护镜片有同样的滤光要求，同时还满足不会因镜框受热造成镜片脱落，接触人体面部的部位不能有锐角，接触皮肤的部位不能用有毒材料；

(4) 噪声防护，如耳塞、耳罩或防噪声头盔；

(5) 安全帽：生产车间多是金属重物，为了防止高空和外界飞来物的危害，焊工应佩戴安全帽。

(6) 防护服及电焊手套：为防止触电，灼伤或砸伤，避免不必要的伤亡事故。

2. 安全用电注意事项：

(1) 焊工应穿劳保鞋，劳保服，戴手套，防止触电；

(2) 焊工在拉、合电闸或接触带电物体时必须单手进行；

(3) 绝对禁止在电焊机开动情况下接地线、手把线；

(4) 焊接电缆软线（二次线）外皮烧损超过两处应更换或报修，不可继续使用。

3. 防火防爆：

(1) 焊接场地禁止放易燃易爆物品；



(2) 焊工不准在木板地上进行焊接操作；不准在手把或接地线裸露情况下进行焊接，也不准将二次回路线乱接乱搭。

(3) 焊工离开施焊现场时，应关闭气源、电源，应将火种熄灭。

4. 焊前安全检查：

焊工焊接前应认真检查焊接设备是否完好，若气保焊时还应检查焊接设备水、气管的连接是否良好，焊枪钨极夹头及喷嘴的绝缘性是否良好。

5. 内部施焊：

(1) 在压力容器内部施焊时，容器的手孔、人孔等应处于打开状态，保持通风良好；

(2) 不能在容器内部进行碳弧气刨；

(3) 焊缝焊接完毕，应先关掉焊枪、焊把开关，再关掉焊机电源开关。

(4) 焊工常见职业病：主要有焊工尘肺、臭氧中毒、电光性眼炎、锰中毒和氟中毒。

焊工尘肺主要是由于焊工长期吸入高浓度电焊烟尘，临床表现为：早期为轻度干咳，合并肺部感染时则有咯痰；晚期咳嗽加剧，有时胸闷、胸痛、气短，甚至咳血。

臭氧中毒：因为氩弧焊或电弧气刨时，空气中的氧在电弧发出的紫外线辐射下而起光化学反应生成臭氧，焊工长期吸入这些臭氧会发生臭氧中毒。主要表现为：呼吸困难、胸闷、胸痛、咯痰，严重时引起肺水肿。

电光性眼炎时由于眼部长期受紫外线过度辐射所引起的角



膜结膜炎。临床表现为：轻则眼部有异物感，重则眼部有烧灼感和剧痛，并伴有高度畏光、流泪和眼痉挛。

锰中毒：在电弧高温作用下，焊条药皮与焊芯中的锰以氧化锰的形式进入烟尘，焊工长期吸入焊二氧化锰的烟尘会引起锰中毒。主要表现为：精神萎靡、淡漠、头晕、头疼、疲乏、四肢酸疼、注意力涣散、记忆力减退，睡眠障碍、并伴有食欲不振、恶心、流涎增多、心悸、多汗。严重时会出现锰中毒性帕摄森氏综合症，患者四肢僵直，动作缓慢笨拙，说话含糊不清，甚至会出现精神失常。

氟中毒：焊工长期吸入氟化物，可对眼鼻、呼吸道粘膜产生刺激，引起流泪、鼻塞、咳嗽，气急、胸闷，并使腰背、四肢关节疼痛，严重会引起氟骨症。

二. 焊工基础知识以及责任

（一）低碳钢焊接要点

1. 在现场低温条件下焊接、焊接厚度或刚性较大的焊缝时，由于焊接接头冷却速度较快，冷裂纹的倾向增大。为避免焊接裂纹，应采取焊前预热（80~150℃）等措施。

（1）低合金钢的焊接特点

低合金高强钢焊接热影响区容易淬硬，对氢的敏感性强，当焊接接头承受较大应力时容易产生各种裂纹。在焊接热循环的作用下，热影响区组织性能发生变化，产生脆性。故这类钢的主要问题是裂纹和脆性。

（2）低合金钢的焊接工艺要点

焊前准备 严格控制焊接材料及母材中的硫磷含量；清理焊



丝及坡口边缘油污；严格按照规定烘干焊条；控制热影响区硬度；焊接装配和定位焊 装配间隙不能过大，不能强制装配；焊前预热及后热 保持一定的加热宽度；考虑施焊环境温度；加热温度和保持的时间根据实际情况决定。

（二）耐热钢的焊接

1. 焊接特点

（1）焊缝金属的合金化问题

焊接耐热钢时要保证焊缝金属的化学成分，最大限度的接近被焊钢材的化学成分，否则将使焊接接头的持久强度和塑性降低，或高温时焊缝过早的被氧化。

（2）冷裂纹倾向

（3）再热裂纹倾向

2. 焊接工艺要点

（1）焊接材料的选择 焊接材料尽可能的采用与母材金属相同的合金系统

（2）预热 一般要进行预热

（3）焊后缓冷 此类钢焊后一定要缓冷

（4）装配焊接 焊接时要尽量一次焊完，最好不要中断。中间暂停时，应使已焊部分缓慢冷却，再次焊接时，应清理检查，重新预热。

（5）焊后热处理 此类钢焊后要进行焊后热处理，不能立即进行热处理时，则增加消氢处理，温度为 300~400℃。

（三）不锈钢的焊接

1. 焊接特点



(1) 焊接热裂纹 奥氏体不锈钢由于其热传导率小，线膨胀系数大，因此在焊接过程中，焊接接头部位的高温停留时间较长，焊缝易形成粗大的柱状晶组织，在凝固结晶过程中，若硫、磷、锡、锑、铋等杂质元素含量较高，就会在晶间形成低熔点共晶，在焊接接头承受较高的拉应力时，就易在焊缝中形成凝固裂纹，在热影响区形成液化裂纹，这都属于焊接热裂纹。

(1) 焊接接头的相脆化

2. 焊接工艺要点

奥氏体不锈钢具有优良的焊接性。几乎所有的熔化焊接方法均可用于焊接奥氏体不锈钢，奥氏体不锈钢的热物理性能和组织特点决定了其焊接工艺要点。

(1) 正确选用焊接材料：

选用超低碳加有稳定化元素的焊丝，使焊缝获得双向组织，保证焊缝的力学性能。

(2) 焊前准备

焊接材料的烘干，除锈等；必须有专用的制造车间或专用的工装和场地，不得与黑色金属制品或其他产品混杂生产。工作场所要保持清洁、干燥，严格控制灰尘。严格控制表面机械损伤和飞溅物。

(3) 焊接过程控制

严格控制线能量，采用小直径焊条，小电流焊接；焊接过程要注意控制层间温度。

(四) 有色金属

铜及其合金从成分上分为纯铜、黄铜、青铜和白铜。普通

黄铜是铜和锌的二元合金；青铜是指铜锡合金，白铜是指铜镍合金。焊接时存在的主要问题是难溶合及易变形、热裂纹和气孔。焊接方法一般采用大线能量的焊接方法，厚板采用埋弧焊，薄板采用钨极氩弧焊和气焊。焊接环境温度一般不应低于 0°C ，否则应进行预热；多层焊接时，在焊接过程中，应连续完成，不宜中断。

钛及钛合金在常温下是比较稳定的，但随着温度的升高，钛及钛合金吸收氧、氮及氢的能力也随之明显上升，所以焊接钛时应采取好保护措施，用拖罩进行双面保护。基本上，焊接钛及其合金主要是钨极氩弧焊。

钛及钛合金的焊接要求：焊接接头的坡口面必须采用机械方法加工。焊接材料必须进行除氢和严格的清洁处理。承担焊接接头组对的操作人员，必须戴洁净的手套，不得触摸坡口及其两侧附近区域。严禁用铁器敲打钛板表面及坡口。焊件组对清洗完成后应立即进行焊接。焊接用氩气和氮气的纯度不应低于99.99%，露点不应高于零下 50°C 。焊接前，应对坡口及两侧25mm范围区域内进行严格的机械清理和脱脂处理。在焊接过程中应采取防止坡口污染。在焊接过程中，每焊完一道，都必须进行焊层表面颜色检查，焊缝及热影响区的表面颜色应呈银白色或金黄共色。对表面颜色不合格的，应全部除去，然后重焊。表面颜色检查应参照有关标准的规定。一般焊接接头焊后保持银白色，说明焊接时保护效果好，焊缝无氧化；黄色表明轻微氧化；蓝色表示氧化稍为严重；灰色表明氧化甚为严重。焊后的焊缝表面不准有咬边、气孔、弧坑和裂纹等缺陷。



镍及镍合金制压力容器的要求：材料的切割应采用剪切、机械加工或合适的热切割方法（如等离子切割）。热切割之后，在使用或焊接前应用打磨、切削或其他机械方法将切割边缘的污染区去除。镍材焊接时，应对坡口及两侧 25MM 范围内区域进行严格的机械清理，彻底清除油污和一切含硫杂质，用清洗剂进行清洗后及时施焊。中间焊道表面的氧化物应用砂轮打磨清除，直至露出金属光泽。焊接过程中，应严格控制焊接线能量和层间温度。层间温度一般不应高于 150℃。焊后的焊缝表面不准有咬边、气孔、弧坑和裂纹等缺陷。焊缝及热影响区的表面颜色应呈银白色或黄色。热成形或热处理前，应彻底清除工件上的油污、油漆及润滑剂等一切含硫或含铅的污染物。

三、焊接材料分类及工艺性能

焊接材料是焊接时所消耗材料的统称，它包括焊条、焊丝、焊剂、气体等。手弧焊的焊接材料是焊条；埋弧焊及电渣焊的焊接材料是焊丝（或板状电极与焊剂、气体保护焊的焊接材料是焊丝与保护气体。

（一）焊条

涂有药皮的供手工电弧焊用的熔化电极叫电焊条，简称焊条。它由焊芯和药皮两部分组成。药皮的作用：

1. 稳弧作用；
2. 保护作用：

熔化时产生气体和熔渣，隔离空气，保护熔融金属，冷却后，形成渣壳，防止金属表面不被氧化并减慢焊缝的冷却速度。

3. 冶金作用：



药皮中加有脱氧剂和合金剂，减少焊缝中的有害杂质。

（二）焊条的分类

按焊条的用途分，主要分为结构钢焊条、钼和铬钼耐热钢焊条、不锈钢焊条、堆焊焊条、低温钢焊条、铸铁焊条、镍及镍合金焊条、铜及铜合金焊条、铝及铝合金焊条和特殊用途焊条等。

1. 按焊接熔渣的碱度来划分焊接材料，可将焊条分为酸性焊条和碱性焊条两大类。

（1）酸性焊条是药皮中含有多量酸性氧化物的焊条。此类焊条的工艺性能好，焊缝外表成型美观、波纹细密。由于药皮中含有较多的 FeO 、 TiO_2 、 SiO_2 等成分，所以熔渣的氧化性强。酸性焊条一般均可以采用交、直流电源施焊。典型的酸性焊条为 E4303（J422）。

（2）碱性焊条是药皮中含有多量碱性氧化物的焊条。由于焊条药皮中含有较多的大理石、萤石等成分，它们在焊接冶金反应中生成 CO_2 和 HF ，因此降低了焊缝中的含氢量。所以碱性焊条又称为低氢焊条。碱性焊条的焊缝具有较高的塑性和冲击韧度值，一般承受动载的焊件或刚性较大的重要结构均采用碱性焊条施工。典型的碱性焊条为 E5015（J507）。

2. 按焊条药皮的类型可分为：

氧化钛型焊条、钛钙型焊条、钛铁矿型焊条、氧化铁型焊条、纤维素型焊条和低氢型焊条等

（三）焊条的工艺性能：

指焊条在焊接操作中的性能，是衡量焊条质量的重要指标



之一，主要决定于焊条药皮的组成。焊条的工艺性能主要包括：焊接电弧的稳定性、焊缝成型、在各种位置焊接的适应性、飞溅、脱渣性、焊条的熔化速度、药皮发红的程度及焊条发尘量等。

1. 电弧稳定性：

指电弧保持稳定燃烧（不产生断弧、漂移和磁偏吹等）的程度。影响因素有焊接电源的特性、焊接工艺参数、焊条药皮类型及组成物等。焊条药皮中含有电离电位低的物质（K、Na、Ca、Ti、Mn、Fe、Si、C、H、O、F）可提高焊条的电弧稳定性，一般焊条药皮都含有云母、长石、钛白粉或金红石等成分，所以电弧稳定性都比较好。

2. 焊缝成形：

影响焊缝成形的因素除操作原因外，主要是熔渣凝固温度，高温熔渣的粘度、表面张力以及粘度等。

3. 各种位置焊接的适应性：

工艺性能良好的焊条能适应空间全位置焊接。横焊、立焊、仰焊时的主要困难：在重力的作用下熔滴不易向熔池过渡；熔池金属和熔渣向下流以致不能形成正常的焊缝。因此焊接时应增加电弧和气流的吹力，以便把熔滴送向熔池并阻止金属和熔渣下流。调节熔渣的熔点，粘度及表面张力也是解决焊条全位置焊接的技术措施。

4. 飞溅：

焊接过程中由熔滴或熔池中飞出的金属颗粒称为飞溅。熔渣的粘度较大或焊条含水量过多，焊条偏心率过大等均会造成



较大飞溅。电源类型、熔滴过渡形态也会产生影响。一般钛钙型焊条电弧燃烧稳定，熔滴为细颗粒过渡，飞溅较小。低氢型焊条的电弧稳定性较差，熔滴多为大颗粒短路过渡，飞溅较大。

5. 脱渣性：

指焊后从焊缝表面清除渣壳的难易程度。影响因素主要有：熔渣的线膨胀系数（与焊缝金属的线膨胀系数成反比），熔渣的氧化性（氧化性强，脱渣难），熔渣的酥脆性（越酥脆越易清除，低氢型最差）

6. 焊条熔化速度：反映焊接生产率的高低，用焊条的熔化系数 α_p 来表示。

7. 焊条药皮发红：

指焊条在使用到后半段时由于药皮温升过高而发红、开裂或药皮脱落的现象。不锈钢焊条药皮发红是由于不锈钢焊条焊芯的电阻大，焊条熔化系数小造成焊条熔化时间长，产生的电阻热量多，使焊条的温升高导致药皮发红。

8. 焊接烟尘：焊接电弧的高温作用下，焊条端部液态金属和熔渣激烈蒸发，同时熔滴和熔池表面也发生蒸发，高温蒸气从电弧区被吹出后迅速被氧化和冷凝，变为细小的固态粒子，形成焊接烟尘。

（四）焊条的选用原则：

1. 等强度原则：

对于承受静载或一般载荷的工件或结构，通常选用抗拉强度与母材相等的焊条，这就是等强度原则。

2. 等同性原则：



焊接在特殊环境下工作的工件或结构，如要求耐磨、耐腐蚀、在高温或低温下具有较高的力学性能，则应选用能保证熔敷金属的性能与母材相近或相近似的焊条，这就是等同性原则。如焊接不锈钢时，应选用不锈钢焊条；焊接耐热钢时应选用耐热钢焊条。

3. 等条件原则：

根据工件或焊接结构的工作条件和特点选择焊条。例如焊接需承受动载或冲击载荷的工件，应选用熔敷金属冲击韧度较高的低氢型碱性焊条。反之，焊一般结构时，应选用酸性焊条。

（五）焊丝

焊丝是焊接时作为填充金属或同时作为导电的金属丝，它是埋弧焊、气体保护焊、自保焊、电渣焊和气电力焊等各种工艺方法的焊接材料。

1、焊丝的分类：

（1）按照适用的焊接方法可分为埋弧焊丝、CO₂ 焊焊丝、钨极氩弧焊丝、熔化极氩弧焊丝、自保护焊焊丝及电渣焊焊丝等。

（2）按照焊丝的形状结构分为实心焊丝、药芯焊丝及活性焊丝等。

（3）按照使用的金属材料分为低碳钢、低合金钢焊丝、硬质合金堆焊焊丝、以及铝、铜与铸铁焊丝。

2. 焊剂

焊剂是焊接时能够熔化形成熔渣和气体，对熔化金属起保护和冶金处理作用的一种颗粒状物质。在焊接过程中的作用：

隔离空气、保护焊接区金属使其不受空气的侵害，以及进行冶金处理作用。

(1) 焊剂的分类

一般是按焊剂制造方法分类，分为熔炼焊剂和非熔炼焊剂。非熔炼焊剂又分为粘结焊剂和烧结焊剂。

(2) 焊剂性能及用途

熔炼焊剂与烧结焊剂比较

| 比较项目 | | 熔炼焊剂 | 烧结焊剂 |
|--------|---------|-----------------|----------------|
| 焊接工艺性能 | 高速焊接性能 | 焊道均匀，不易产生气孔和夹渣 | 焊道无光泽，易产生气孔和夹渣 |
| | 大电流焊接性能 | 焊道凸凹显著，易粘渣 | 焊道均匀，易脱渣 |
| | 吸潮性能 | 比较小，可不必再烘干 | 比较大，必须再烘干 |
| | 抗锈性能 | 比较敏感 | 不敏感 |
| 焊缝性能 | 韧性 | 受焊丝成分和焊剂碱度影响大 | 比较容易得到较好的韧性 |
| | 成分波动 | 焊接规范变化时成分波动小，均匀 | 成分波动大，不容易均匀 |
| | 多层焊性能 | 焊缝金属的成分变动小 | 焊缝金属成分波动比较大 |
| | 合金剂的添加 | 几乎不可能 | 容易 |

四、焊接设备的特点及使用性能

1. 手工电弧焊设备有交流电源和直流电源两大类。

交流电源即弧焊变压器，常用弧焊变压器有 BX1-330、BX3-300、BX3-500、BX2-500、BX2-1000；直流电源即弧焊整流器，常用的弧焊整流器有 ZXG-300 和 ZXG-500 等。

2. 埋弧焊设备：埋弧焊设备按用途可分为通用和专用焊机两种。

通用焊机广泛的用于各种结构的对接、角接、环缝等的焊



接生产；专用焊机是用来焊接某些特定结构或焊缝的焊机，如角焊缝埋弧焊机、T形梁埋弧焊机和带极埋弧焊机等。

按焊接电弧自动调节方法可分为等速送丝式焊机和均匀调式焊机两种。

(1) 二氧化碳气体保护焊设备：由四部分组成即供气系统、焊接电源、送丝机构和焊枪。

(2) 钨极氩弧焊设备：由焊接电源、控制装置、焊枪、供气 and 供水系统以及指示仪表组成。例如：WSM-250 型，WS 系列等。具体使用方法及维护见培训教材 P245-P259。

3. 电源极性的选择：

(1) 手工电弧焊 对酸性焊条，可以选择交流电源，也可以选择交流电源。厚板一般直流正接，因为阳极区温度比阴极区高，可以获得较大的熔深，薄板直流反接，防止烧穿。堆焊时采用反接，目的是增加焊条的熔化速度，减少母材熔深，有利于降低母材对堆焊层的稀释。碱性焊条（低氢钠型焊条）采用直流反接，电弧燃烧稳定，飞溅少，而且焊接时声音较平静均匀。

(2) 熔化极气体保护焊 均采用直流反接，电弧稳定，焊丝熔化速度快，熔敷效率高。

(3) 埋弧焊 当焊剂中含有氟化物时，采用直流反接，熔深大。

(4) 钨极氩弧焊 一般是直流正接，电弧比较稳定，钨极寿命长；采用直流反接时，钨极因过热而损失严重，使用寿命短。



五、焊接缺陷

1. 定义:

在焊接接头中产生的不符合设计或工艺文件要求的缺陷，称为焊接缺陷。

2. 分类:

焊接缺陷种类很多，按其位置不同，可分为外部缺陷和内部缺陷。常见缺陷有气孔、夹渣、焊接裂纹、未焊透、未熔合、焊缝外形尺寸和形状不符合要求、咬边、焊瘤、弧坑等。

3. 原因及防止措施:

常见焊接缺陷产生原因及防止措施

| 缺陷 | 产生原因 | 防止措施 | 产生的危害 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 气孔 | 1. 坡口边缘不清洁，有水份、油污和锈迹； 2. 焊条或焊剂未按规定进行烘培，焊芯锈蚀或药皮变质剥落； 3. 低氢型焊条焊接时电弧过长角度不当焊接速度过快； 4. 焊条摆动时在坡口边缘停留时间过短； 5. 焊接电压不宜过大； 6. 不采用偏心焊条。 | 1. 选择合适的焊接电流和焊接速度； 2. 认真清理坡口边缘水份，油份和锈迹； 3. 严格按照规定保管、清理和烘培焊接材料； 4. 不使用变质焊条，当发现焊条药皮变质、剥落或焊芯锈蚀时不能使用； 5. 操作时电弧不要拉的过长，焊条摆动时，在坡口边缘运条稍慢些，在中间运条稍快些，焊条角度适当。 | 减低焊缝强度 |



| | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 夹渣 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 焊缝边缘有氧割或碳弧气刨残留的熔渣； 2. 坡口角度或焊接电流太小或焊接速度过快； 3. 在使用酸性焊条时由于电流太小或运条不当形成“糊渣”； 4. 使用碱性焊条时电弧过长或极性不正确； 5. 进行埋弧焊封底时，焊丝偏离焊缝间隙中心； 6. 焊接部位有脏物，上一层焊渣未清理干净。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 正确选择坡口尺寸，认真清理坡口边缘； 2. 选择合适的焊接电流和焊接速度，运条摆动要适当； 3. 多层焊时，应仔细观察坡口两侧熔化情况，每一层都要认真清理焊渣； 4. 封底焊渣应彻底清除，埋弧焊要注意防止焊偏 | 应力集中，易产生裂纹 |
| 咬边 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 焊接电流过大，运条速度快，电弧拉的太长，或焊条角度不当； 2. 埋弧焊的焊接速度过快，或焊机轨道不平； 3. 焊条摆动时，在坡口边缘停留时间短 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 选择合适的焊接电流和运条手法，随时注意控制焊条角度和电弧长度； 2. 埋弧焊工艺参数要合适，特别要注意焊接速度不宜过高，焊机轨道要平整； 3. 焊条摆动时，在坡口边缘运条稍慢些，在中间运条稍快些，焊条角度适当。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 应力集中； 2. 加速腐蚀； 3. 影响外观。 |
| 未焊透 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 焊件装配间隙或坡口角度太小，钝边太厚，焊条直径太大，电流过小，速度太快及电弧过长； 2. 焊件坡口表面氧化膜、油污等没有清理干净或在焊接时该处流入熔渣妨碍了金属之间的熔合或运条手法不当，电弧偏在坡口一边。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 正确选择坡口尺寸，合理选用焊接电流和速度，坡口表面氧化皮和油污要除干净； 2. 封底焊清根要彻底，运条摆动要适当，密切注意坡口两侧的熔合情况； 3. 选择合适的焊接参数。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 焊缝强度达不到要求； 2. 应力集中，易产生裂纹； 3. 焊缝强度不够 |



| | | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 裂纹 | <p>1. 焊接熔池中存在低熔点杂质，由于这些杂质熔点低，结晶凝固最晚，凝固后的塑性和强度又极低；</p> <p>2. 焊件及焊条内含硫、铜等杂质多时；</p> <p>3. 收弧过于突然，在形成的凹坑上产生裂纹。</p> | <p>1. 在焊件拘束度大时将预热温度相应提高；</p> <p>2. 严格控制焊接参数，减慢冷却速度适当提高焊缝系数，尽可能采用小电流多层多道焊以避免焊缝中心产生裂纹；</p> <p>3. 认真执行工艺规程，选取合理的焊接程序，以减小焊接应力。</p> | <p>1. 应力集中易产生裂纹；</p> <p>2. 焊缝强度不够；</p> <p>3. 是导致压力容器产生爆炸、脆断的最主要原因。</p> |
| 焊瘤 | <p>1. 运条不均，造成溶池温度过高液态金属凝固缓慢下坠；</p> <p>2. 立仰焊时，采用过大的焊接电流和弧长；</p> <p>3. 平焊时溶池温度过高操作手法不当，在收弧处未填满弧坑；</p> <p>4. 熄弧时间短或焊接突然中断或焊接薄板时电流过大。</p> | <p>1. 严格控制溶池温度，立仰焊时，焊接电流应比平焊小 10~15%，使用碱性焊条时，应采用短弧焊接，保持均匀运条；</p> <p>2. 在手工焊收弧时，焊条应作短时间停留或作几次环行运条。</p> | <p>1. 影响产品外观质量；</p> <p>2. 焊缝与母材交接处不能圆滑过渡，产生应力集中</p> |

六、培训过后进行理论考试。

实际操作考试评出 A, B, C, 再对 B.C 级别的培训，继续评出 A 2 . B 2 级别，对 B 2 级别的进行重点培训，并且要求一定时间达到 A 2 ，没有达到要求我们给予淘汰，或者要求 A 级别带一定时间。

氩弧焊爆后实际操作考试试板堆焊，镍堆焊

拼焊氩弧焊实际操作考试试板对接 06Cr13 对接

电弧焊实际操作考试试板对接。 碳钢对接