

《金属熔焊原理》

课 程 标 准

二 级 学 院（部）：机电与汽车工程学院

执 笔 人：李书齐

审 核 人：

制 定 时 间：2017 年 8 月

修 订 时 间：

常州工程职业技术学院教务处制

二〇一七年二月

《金属熔焊原理》课程标准

一、 课程信息

表 1 课程信息表

课程名称	金属熔焊原理	开课院部	机电与汽车工程学院
------	--------	------	-----------

课程代码	05030179	考核性质	考试	
前导课程	《特种设备图纸识读与制图》、 《特种设备结构分析》、 《金属材料的选用》、 《焊接电工》等。			
后续课程	《典型结构件焊接工艺编制及焊接》、 《特种设备焊接工艺评定及规程编制》等。			
总学时	32	课程类型	理论课	是□
			实践课	是□
			理论+实践	是P
			理实一体化	是□
适用专业	焊接技术与自动化			

表2 课程标准开发团队名单¹

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	史维琴	常州工程职业技术学院	教授/教研室主任
2	张鑫	常州工程职业技术学院	

注1：指参与课程标准制定的主要成员，包括校外专家

二、课程性质

1. 本课程是焊接技术及自动化专业必修的一门专业方向平台课程，是在学习了《特种设备图纸识读与制图》、《特种设备结构分析》、《金属材料的选用》、《焊接电工》等课程，具备了正确识读特种设备图纸、正确选用合适焊接材料的基础上，开设的一门理论课程，其功能是对接焊接专业人才培养目标，面向焊工，焊接技术员（工艺员）、生产管理员等工作岗位，培养学生了解焊接过程的物理本质，能从理论上说明焊接与其他链接方法的根本区别；了解金属熔焊时焊件上温度变化规律，熟悉焊接条件下金属所经历的化学物理变化过程，掌握焊接接头在其形成过程中成分、组织与性能变化的基本规律；掌握焊接冶金过程中常见缺陷的特征、产生条件和影响因素，并能根据生产实际条件分析缺陷产生的原因，提出防止措施；掌握常用焊接材料的性能特点及应用范围，了解焊条配方的设计原则及制造过程等能力，为平行课程《使用焊条电弧焊焊接结构件》、《使用熔化极气体保护焊焊接结构件》、《使用钨极氩弧焊焊接结构件》及后续课程《典型结构件焊接工艺编制及焊接》、《特种设备焊接工艺评定及规程编制》等课程的学习奠定基础的课程。

2. 课程功能定位

表3 课程功能定位分析

对接的工作岗位	对接培养的职业岗位能力
焊工	1. 能识读焊接工艺卡；
	2. 能对产品进行焊接；
工艺员	1. 能分析金属材料焊接性；
	2. 能进行焊接工艺评定；
焊接生产管理员	1. 能对焊接生产质量进行管理；
	2. 能管理焊接生产成本。

三、课程目标与内容

1. 课程总目标

通过本课程的学习，了解焊接过程的物理本质，能从理论上说明焊接与其他连接方法的根本区别；了解金属熔焊时焊件上温度变化规律，熟悉焊接条件下所经历的化学、物理变化过程，掌握焊接接头在其形成过程中成分、组织与性能变化的基本规律；掌握焊接冶金过程中常见缺陷的特征、产生条件和影响因素，并能根据生产实际条件分析缺陷产生的原因，提出防止措施。

2. 课程具体目标

表4 课程教学目标与内容

序号	毕业要求指标点	知识目标	技能目标	素质目标	教学内容
1 1.1	11.1 11.2 11.3	1. 掌握焊接过程的实质； 2. 掌握焊接方法的分类及各种焊接方法的异同。	1. 能够分辨焊接方法与其他连接方法的本质区别； 2. 能够区分焊接过程中常用的两类能量； 3. 能够对焊接方法进行归类；	1. 培养学生具有讲文明、懂礼貌、会合作、讲卫生、爱护公物和遵章守纪等良好品德； 2. 培养学生理论与实践相结合的学习习惯；	课程要求； 焊接过程的实质、焊接方法的分类及异同
2 2.1	11.1 11.2 11.3	1. 掌握加热的一般过程； 2. 掌握焊接热过程的特点； 3. 了解焊接对接头质量的影响；	1. 能够准确地描述焊接的一般过程，绘制熔焊时焊缝区金属经历的过程； 2. 能够指出焊接热过程对焊接质量的具体影响；	1. 培养学生具有讲文明、懂礼貌、会合作、讲卫生、爱护公物和遵章守纪等良好品德； 2. 培养学生理论与实践相结合的学习习惯。	加热的一般过程； 焊接热过程的特点； 焊接对接头质量的影响；
3 2.2	11.1 11.2 11.3	1. 掌握常用的焊接热源的种类； 2. 掌握焊接热源的主要特征参数； 3. 了解焊接过程中热能传递方式及焊接温度场的	1. 能够指出焊接热过程对焊接质量的具体影响； 2. 能够区分先进焊接热源； 3. 能够准确描述焊接过程中热能的传递方式； 4. 能够分辨焊接过程中	1. 培养学生具有讲文明、懂礼貌、会合作、讲卫生、爱护公物和遵章守纪等良好品德； 2. 培养学生理论与实践相结合的学	常用的焊接热源的种类； 焊接热源的主要特征参数； 焊接过程中热能传递方式及焊接温度场的

		定义; 4. 了解焊接热循环的特征、主要参数、影响因素、调节方法等;	焊件温度的分布;	习习惯。	定义; 焊接热循环的特征、主要参数、影响因素、调节方法等;
4 3.1	11.1 11.2 11.3	1. 了解焊接电弧的本质、结构及特点; 2. 掌握焊条(焊丝)在焊接过程中加热与熔化的特点;	1. 能够指出电弧焊时,加热和熔化焊条的能量焊条熔化速度的表示方法及影响因素。 2. 准确表达焊条熔化系数、熔敷系数、飞溅率的含义,并指出反应焊条金属利用率和生产率的参数。	(1) 培养学生具有安全意识。 (2) 培养学生具有严谨的工作态度。	焊接电弧的本质、结构及特点; 焊条(焊丝)在焊接过程中加热与熔化的特点;
5 3.2	11.1 11.2 11.3	1. 了解熔滴的过渡特性; 2. 掌握焊接过程中熔滴过渡的形式及其对焊接过程的影响; 3. 了解熔滴过程中的作用力; 4. 掌握熔合比的含义与意义;	1. 能够在实际焊接过程中判断出熔滴过渡的形式,并采取一定的工艺措施进行调控; 2. 能够描述不同形式熔滴过渡的过程; 3. 能够分辨熔滴过渡的种类; 4. 能够利用熔合比的概念,在实际生产中采取措施调控焊缝的化学成分。	(1) 培养学生具有经济意识。 (2) 培养学生具有环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	熔滴的过渡特性; 焊接过程中熔滴过渡的形式及其对焊接过程的影响; 熔滴过程中的作用力; 熔合比的含义与意义;
6 4.1	11.1 11.2 11.3 1.2	1. 掌握焊接接头的组成与分区; 2. 掌握金属凝固的基本过程;	1. 能够区分不同材质、不同形式焊接接头的不同区域; 2. 能够结合焊接热循环,分析熔池凝固的特点;	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	焊接接头的组成与分区; 金属凝固的基本过程;
7 4.2	11.1 11.2 11.3 3.2	1. 掌握熔池凝固的特点; 2. 掌握熔池金属凝固的基本过程及焊缝基本组织形态;	1. 能够对比分析铸造与焊接凝固过程的异同; 2. 能够准确描述熔池金属的凝固过程,并准确区分焊缝组织中的柱状晶与等轴晶;	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	熔池凝固的特点; 熔池金属凝固的基本过程及焊缝基本组织形态;
8 4.3	11.1 11.2 11.3 3.2	1. 了解焊缝金属的化学不均匀性; 2. 掌握焊缝一次组织及二次组织的特点及调控方法; 3. 了解焊缝组织与性能的改善方法;	1. 能够描述焊缝金属化学不均性的具体表现; 2. 能够区分焊接接头一次组织与二次组织,并结合铁碳相图及金相组织照片识别低碳钢常见组织; 3. 能够针对焊接接头一次组织与二次组织的问题,选择合适的组织改善策略;	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	焊缝金属的化学不均匀性; 焊缝一次组织及二次组织的特点及调控方法; 焊缝组织与性能的改善方法;
9 4.4	11.1 11.2 11.3 3.2	1. 掌握焊接熔合区的定义及形成原因; 2. 了解焊接熔合区的特点;	1. 能够辨析熔合线与熔合区概念的异同; 2. 能够结合焊接凝固过程认识焊接熔合区的特点;	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的	焊接熔合区的定义及形成原因; 焊接熔合区的特点;

		3. 掌握焊接热影响区的形成及影响因素;		质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	焊接热影响区的形成及影响因素;
10 5.1	11.1 11.2 11.3 3.1 3.2	1. 掌握 Q235 焊接接头热影响区的组织特征及性能; 2. 掌握硬度的意义; 3. 了解焊接接头硬度分布的基本特征及脆化和软化的含义;	1. 能够根据 Q235 焊接热影响区组织的特点分析热影响区的性能特征; 2. 能够根据焊接接头硬度分布曲线确定接头的脆化及软化问题; 3. 能够采用合理的策略改善焊接热影响区的性能;	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	Q235 焊接接头热影响区的组织特征及性能;硬度的意义;焊接接头硬度分布的基本特征及脆化和软化的含义;
11 5.2	11.1 11.2 11.3 3.2 8.1	1. 了解焊接时焊缝金属保护的必要性、保护方式及效果; 2. 了解焊接冶金反应区的特点和焊接参数对焊接冶金的影响; 3. 掌握焊接区内气体的来源;	1. 能够根据不同焊接方法判断其保护方式; 3. 能够区分不同焊接方法焊接冶金反应区的异同。 3. 能够根据不同焊接条件分析焊接时气相的成分。	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	焊接时焊缝金属保护的必要性、保护方式及效果;焊接冶金反应区的特点和焊接参数对焊接冶金的影响;焊接区内气体的来源;
12 5.3	11.1 11.2 11.3 8.1	1. 掌握氢对金属的作用及其控制; 2. 了解氮对金属的作用及其控制方法; 3. 了解氧对金属的作用及其控制方法;	1. 能够根据实际条件分析焊缝中氢、氮和氧的来源; 2. 能够合理选择控制氢、氮和氧三类气体的措施。	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	氢对金属的作用及其控制;氮对金属的作用及其控制;氧对金属的作用及其控制;
13 5.4	11.1 11.2 11.3 3.2 8.1	1. 了解熔渣的作用及分类; 2. 了解熔渣的结构理论; 3. 了解熔渣的性质; 4. 了解熔渣对焊缝金属的氧化; 5. 掌握焊缝金属的脱氧方法;	1. 能够区分不同熔渣的作用; 2. 能够利用熔渣对焊缝脱氧。	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	熔渣的作用及分类;熔渣的结构理论;熔渣的性质;熔渣对焊缝金属的氧化;焊缝金属的脱氧方法;
14 5.5	11.1 11.2 11.3 3.1 8.1	1. 掌握焊缝金属中硫和磷的来源、危害及控制方法; 2. 了解焊缝金属合金化的目的、方式、影响合金过渡系数的因素。	1. 能够选用合适的方法控制焊缝金属中的硫和磷; 2. 能够指出合金化方法的优缺点, 并根据实际的情况选择合适的焊缝合金化方法。	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	焊缝金属中硫和磷的来源、危害及控制方法;焊缝金属合金化的目的、方式、影响合金过渡系数的因素;
15 6.1	11.1 11.2 11.3 3.1 8.1	1. 了解焊接冶金缺陷中的气孔与夹杂的类型、特征及对焊缝金属的影响; 2. 熟悉焊接冶金缺陷生成规律; 3. 掌握焊接冶金缺陷的影响因素	1. 能够在实际生产中根据氢气孔、氮气孔及 CO 气孔形式及分布的不同初步区分气孔类型; 2. 能够结合材料、工艺及气孔的形成规律选用合适的措施进行控制。	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	焊接冶金缺陷中的气孔与夹杂的类型、特征及对焊缝金属的影响;焊接冶金缺陷生成规律;焊接冶金缺陷的影响因素和

		和防止措施；			防止措施；
16 6.2	11.1 11.2 11.3 3.1 8.1	1. 掌握焊接裂纹的类型； 2. 了解各种类型焊接裂纹的基本特征、敏感温度区间、母材、产生的位置及裂纹的走向等。	1. 能够在实际生产中根据母材及焊接材料、接头形式、裂纹出现的时间、裂纹的基本特征、产生位置等信息判断裂纹的形成原因，并提出改进措施； 2. 能够在实际焊接操作过程中采取恰当的措施避免焊接裂纹类缺陷。	(1) 培养学生的经济意识。 (2) 培养学生的环保意识。 (3) 培养学生的质量意识。 (4) 培养学生严谨的工作态度。	焊接裂纹的类型； 各种类型焊接裂纹的基本特征、敏感温度区间、母材、产生的位置及裂纹的走向等。

注：黑体表示重点，斜体表示难点。

表5 课程教学安排

序号	项目（模块）	任务(单元) ²	教学内容	重点、难点、考核点	学时
1	概述模块	绪论	课程要求； 焊接过程的实质、焊接方法的分类及异同	重难点： 掌握焊接过程的实质；	2
2	焊接热过程及其特点	第一单元焊接热过程及其特点（一）	加热的一般过程； 焊接加热的特点； 焊接对接头质量的影响；	重点： 掌握焊接热过程的特点； 难点： <i>了解焊接对接头质量的影响；</i>	2
3		第一单元焊接热过程及其特点（二）	常用的焊接热源的种类； 焊接热源的主要特征参数； 焊接过程中热能传递方式及焊接温度场的定义； 焊接热循环的特征、主要参数、影响因素、调节方法等；	重点： 掌握常用的焊接热源的种类； 难点： <i>了解焊接过程中热能传递方式及焊接温度场的定义；了解焊接热循环的特征、主要参数、影响因素、调节方法等；</i>	2
4	焊缝金属的构成	第二单元 焊缝金属的构成（一）	焊接电弧的本质、结构及特点； 焊条（焊丝）在焊接过程中加热与熔化的特点；	重点： 掌握焊条（焊丝）在焊接过程中加热与熔化的特点； 难点： <i>了解焊接电弧的本质、结构及特点；</i>	2
5		第二单元 焊缝金属的构成（二）	熔滴的过渡特性； 焊接过程中熔滴过渡的形式及其对焊接过程的影响； 熔滴过程中的作用力； 熔合比的含义与意义；	重难点： 掌握焊接过程中熔滴过渡的形式及其对焊接过程的影响；	2
6	焊接接头的组织与性能	第三单元 焊接接头的组织与性能（一）	焊接接头的组成与分区； 金属凝固的基本过程；	重点： 掌握焊接接头的组成与分区； 难点： <i>掌握金属凝固的基本过程；</i>	2
7		第三单元 焊接接头的组织与性能（二）	熔池凝固的特点； 熔池金属凝固的基本过程及焊缝基本组织形态；	重点： 掌握熔池凝固的特点； 难点： <i>掌握熔池金属凝固的基本过程及焊缝基本组织形态；</i>	2
8		第三单元 焊接接头的组织与性能（三）	焊缝金属的化学不均匀性； 焊缝一次组织及二次组织的特点及调控方法； 焊缝组织与性能的改善方	重点： 掌握焊缝一次组织及二次组织的特点及调控方法； 难点： <i>了解焊缝金属</i>	2

			法；	的化学不均匀性；	
9		第三单元 焊接接头的组织与性能（四）	焊接熔合区的定义及形成原因； 焊接熔合区的特点； 焊接热影响区的形成及影响因素；	重难点： 掌握焊接熔合区的定义及形成原因；	2
10	焊接冶金过程	第四单元 焊接冶金过程（一）	Q235 焊接接头热影响区的组织特征及性能； 硬度的意义； 焊接接头硬度分布的基本特征及脆化和软化的含义；	重点： 了解焊接接头硬度分布的基本特征及脆化和软化的含义； 难点： 掌握 Q235 焊接接头热影响区的组织特征及性能；	2
11		第四单元 焊接冶金过程（二）	焊接时焊缝金属保护的必要性、保护方式及效果； 焊接冶金反应区的特点和焊接参数对焊接冶金的影响； 焊接区内气体的来源；	重点： 掌握焊接区内气体的来源； 难点： 了解焊接时焊缝金属保护的必要性、保护方式及效果；	2
12		第四单元 焊接冶金过程（三）	氢对金属的作用及其控制； 氮对金属的作用及其控制； 氧对金属的作用及其控制；	重难点： 掌握氢对金属的作用及其控制；	2
13		第四单元 焊接冶金过程（四）	熔渣的作用及分类； 熔渣的结构理论； 熔渣的性质； 熔渣对焊缝金属的氧化； 焊缝金属的脱氧方法；	重难点： 掌握焊缝金属的脱氧方法；	2
14		第四单元 焊接冶金过程（五）	焊缝金属中硫和磷的来源、危害及控制方法； 焊缝金属合金化的目的、方式、影响合金过渡系数的因素；	重难点： 掌握焊缝金属中硫和磷的来源、危害及控制方法；	2
15	焊接冶金缺陷	第六单元 焊接冶金缺陷（一）	焊接冶金缺陷中的气孔与夹杂的类型、特征及对焊缝金属的影响； 焊接冶金缺陷生成规律； 焊接冶金缺陷的影响因素和防止措施；	重难点： 掌握焊接冶金缺陷的影响因素和防止措施；	2
16		第六单元 焊接冶金缺陷（二）	焊接裂纹的类型； 各种类型焊接裂纹的基本特征、敏感温度区间、母材、产生的位置及裂纹的走向等。	重难点： 掌握焊接裂纹的类型；	2

注 2：每个任务（单元）最多不超过 12 学时

四、课程考核

建议课程考核采用平时形成性考核成绩与期终终结性考核相结合的方式。

如，形成性考核占 40%，终结性考核占 40%。其中，形成性考核中包含每平时作业、课堂考勤，实验情况的表现，终结性考核采用闭卷考试的方式进行。

形成性考核共 40 分，采取扣分制。扣分情况包括：

-
- (1) 作业完成情况。不交作业且后续不补齐、上交空作业、作业正确率低于一半等，每种情况扣 3 分。没有按时交作业，而后续课程中补齐的情况，一次不交扣 1 分。
 - (2) 出勤情况。当堂随机点名，点中未到，无假条，无事先告知的情况，视为旷课。旷课一次扣 3 分。点名未到，点名后到，视为迟到，迟到一次扣 1 分。
 - (3) 实验完成情况。未上交实验报告、实验报告内容不足一半，每次扣 3 分。课堂实验态度消极，无法完成要求的实验内容，每次实验扣 3 分。以参观为主的实践性课程，需提交参观报告，参观报告要求与实验报告要求相同。
 - (4) 报告类作业不允许出现抄袭及雷同的现象。重复率超过一半以上的报告视为抄袭，抄袭一次扣 10 分。
 - (5) 形成性分值扣完为止。

终结性考核共 60 分，期末考试试卷满分 60 分。题型以选择、判断、简答、填空等形式为主。卷面构成实例：

选择 20 分/20 题，判断 20 分/40 题，简答 20 分/4 题。

也可以按照实际授课情况进行调整。

五、实施要求

1. 授课教师基本要求

授课教师需具备以下条件之一：

- (1) 具备焊接相关专业大专及以上学历的高级技师及以上；
- (2) 在焊接生产型企业从事焊接工艺、结构、设计等工作超过五年以上；
- (3) 已通过助理焊接工程师资格认证；
- (4) 研究生及以上学历或同等学力应届毕业生；
- (5) 本科及以上学历或同等学力并从事相关工作一年以上；
- (6) 大专及以上学历或同等学力并从事相关工作两年以上。

2. 实践教学条件要求

本课程为原理性的理论课程，课程中包含少量的可展示的授课内容，主要为焊接接头的金相组织及焊接缺陷等内容。该部分内容可利用实训室中已有的微观金相显微镜及宏观体式显微镜直接观察。

（1）校内实训室

表6 焊接分析测试中心

实训室名称	焊接分析测试中心	面积要求	120m ²
序号	核心设备	数量要求	备注
1	洛氏显微硬度计	1	全套
2	维氏显微硬度计	1	全套
3	金相抛光机	3	全套
4	金相显微镜	2	全套
5	残余应力测试仪	2	全套
6	光谱仪	1	全套
7	数码显微系统	1	全套

（2）校外实习基地

校外实习基地可以为本课程提供一定的课内教学案例，及通过认识实习的方式帮助学生获得间接地生产实践经验。

表7 《金属熔焊原理》课程校外实习基地

序号	校外实习基地名称	合作企业名称	用途 ³	合作深度要求
1	常州化工设备有限公司	常州化工设备有限公司	课程教学、认识实习	一般合作

注3：指认识实习、生产性实训、顶岗实习等

3. 教学方法与策略

《金属熔焊原理》属于原理性的理论课，教学内容几乎全部为原理性的专业知识。学生难以在实际的操作过程中直接观察到熔化焊的物理化学本质，也无法直接观察到组织的形成过程。此外，学生的物理化学相关知识较弱，为自主学习本门课程中的主要原理带来较大的阻力。因此，本门课程推荐采用讲授教学法及讨论教学法。教师主要运用语言方式，系统地向学生传授原理性的概念和知识。对于如熔滴过渡、焊接缺陷及金相组织等内容，推荐采用展示教学法，制作或搜集合适的教学资源，如，视频、图片等进行展示。若有条件，可以引入行业、企业专家参与教学，为学生提供更加广阔的视角。

4. 教材、数字化资源选用

表 8 金属熔焊原理课程教材选用表

序号	教材名称	教材类型	出版社	主编	出版日期
1	金属熔焊 原理	“十二五”职业教育国家规划教材	机械工业出版社	邓洪军	2015. 12

表 9 金属熔焊原理课程参考教材选用表

序号	教材名称	教材类型	出版社	主编	出版日期
	焊接工程师手册	无	机械工业出版社	陈祝年	2002. 2. 1

表 10 金属熔焊原理课程数字化资源选用表

序号	数字化资源名称	资源网址
1	资源库课程：金属材料焊接工艺	http://hjzyk.36ve.com:8103/?q=node/63512

六、其他

本课程标准严格参照常州工程职业技术学院教学标准——《焊接技术与自动化》专业教学标准的内容及具体要求编制。