



# 《多晶硅生产技术》

## 联盟课程标准

课程负责人： \_\_\_\_\_ 刘秀琼 \_\_\_\_\_

学 校： \_\_\_\_\_ 乐山职业技术学院 \_\_\_\_\_

新能源类专业教学资源库共建共享联盟课程指导小组

2018年2月4日

## 《多晶硅生产技术》联盟课程标准

**适用对象：**高职三年制

**适用专业：**新能源类专业

**课程类别：**岗位主干领域课程

**修课方式：**必修

**教学时数：**120（理论+实训）

**总 学 分：**7.5（按四舍五入的原则，每 16 课时为 1 学分计算）

### 一、课程的性质和任务

#### （一）课程定位

《多晶硅生产技术》是硅材料技术专业的一门岗位核心必修课程。通过本课程的学习，使学生能按安全操作规范和作业文件要求进行生产操作，并能对操作结果进行判断与分析；能按作业文件要求，稳定控制各项参数；能发现和判断多晶硅生产过程中的常见故障，并能进行相应处理；能对多晶硅生产过程中的关键设备进行简单的维护与保养；能按规定穿戴劳动防护用品，能按 6S 管理规定整理作业现场；同时培养严谨、团结进取、安全文明生产、良好的表达能力与沟通协调能力以及对各种应急事故的处理能力和预防能力。

#### （二）学习领域目标

通过学习《多晶硅生产技术》，使学生掌握以下专业能力、方法能力、社会能力等目标。

## 1. 专业能力目标

(1) 能看懂并绘制 PID 工艺流程图及设备结构 PDF 图；

(2) 能按作业指导书的要求操作三氯氢硅合成岗位设备和工艺，能正常开、停车，能分析生产过程中的异常情况并采取预防、纠正措施；能在本工序突然停电、停水、停气（汽）等紧急情况下采取应急处理措施；

(3) 能按作业指导书的要求操作精馏提纯岗位设备和工艺，能正常开、停车，能分析生产过程中的异常情况并能采取预防、纠正措施；能在本工序突然停电、停水、停气（汽）等紧急情况下采取应急处理措施；

(4) 能按作业指导书的要求操作三氯氢硅还原岗位设备和工艺，能正常开、停车，能分析生产过程中的异常情况并能采取预防、纠正措施；能在本工序突然停电、停水、停气（汽）等紧急情况下采取应急处理措施；

(5) 能按作业指导书的要求操作四氯化硅氢化岗位设备和工艺，能正常开、停车，能分析生产过程中的异常情况并能采取预防、纠正措施；能在本工序突然停电、停水、停气（汽）等紧急情况下采取应急处理措施；

(6) 能按作业指导书的要求操作尾气干法回收岗位设备和工艺，能正常开、停车，能分析生产过程中的异常情况并能采取预防、纠正措施；能在本工序突然停电、停水、停气（汽）等紧急情况下采取应急处理措施；

(7) 能按作业指导书的要求制备纯水和超纯水，并能判断产品质量；

(8) 能按作业指导书的要求制备氢气，并能初步判断氢气质量。

## 2. 方法能力目标

(1) 培养学生的自主学习能力、查阅资料、理解能力，能综合应用知识；

(2) 具有获取、分析、归纳、交流知识和新技术的能力；

(3) 具有自学能力、理解能力与表达能力；

(4) 具有将知识与技术综合运用能力；

## 3. 社会能力目标

(1) 培养学生具有生产安全意识、环境保护意识，良好的职业道德，工作中不伤害别人，不被别人伤害；

(2) 培养学生团队组织协调能力。生产时，严格按照作业指导书或标准操作，工作认真负责的态度；

(3) 培养学生遇到危化品泄露时能遇事不惊，冷静处理。

### (三) 前导课程

《化工单元操作技术》、《物理化学》、《无机化学》、《化工制图》、《化工生产技术》、《化工设备使用与维护》等。

### (四) 后续课程

《硅材料检测技术》、《化工安全技术与职业健康》。

## 二、课程内容标准

## (一) 工作任务划分及学时分配

表 1 工作任务划分及学时分配表

序号	工作任务	知识点	训练或工作项目	教学重点	教学情境与教学设计	建议学时
1	氢气的制备与净化	氢气的性质; 制氢原理、设备; 气体的净化;	1、氢气的制备; 2、氢气的净化;	氢气的制备与净化	先自主查找资料了解氢气的性质及安全使用, 氢气制备理论知识的学习, 通过虚拟仿真模拟练习实际生产中氢气制备及净化, 在练习中提高技术技能, 最后模拟企业应急事故表演。	8
2	三氯氢硅的合成	硅粉、氯化氢、三氯氢硅的性质; 合成原理设备; 合成岗位操作规程;	1、识读、绘制三氯氢硅合成 PID 图; 2、三氯氢硅合成关键核心设备使用、维护与保养; 3、选择三氯氢硅合成工艺条件, 确定开、停车方案; 4、三氯氢硅合成开、停车、稳定运行仿真操作; 5、三氯氢硅合成故障仿真操作	1、识读三氯氢硅合成 PID 2、三氯氢硅合成原理及关键核心设备原理结构; 3、三氯氢硅合成操作规程	先自主查找资料了解硅粉、氯化氢、三氯氢硅的性质及安全使用, 三氯氢硅合成理论知识的学习, 课后自制合成岗位关键核心设备, 通过虚拟仿真模拟练习实际生产中三氯氢硅合成, 在练习中提高技术技能, 最后模拟企业应急事故表演。	26
3	三氯氢硅的精馏提纯	精馏原理、设备, 精馏物料衡算, 精馏工艺, 精馏操作	1、识读、绘制精馏 PID 图; 2、精馏关键核心设备使用、维护与保养; 3、选择精馏工艺条件, 确定	1、精馏原理; 2、精馏关键核心设备原理、结构;	先自主查找资料了解物质提纯方法, 精馏提纯理论知识的学习, 课后自制精馏岗位关键核心设备, 通过虚拟仿真模拟练习实际生产中精馏, 在练习中提	30

		规程	开、停车方案; 4、精馏开、停车、稳定运行仿真操作。	3、精馏工艺; 4、精馏操作。	高技术技能, 最后模拟企业应急事故表演。	
4	三氯氢硅还原制备高纯硅	还原原理, 还原炉结构、工作原理, 还原岗位工艺流程, 还原岗位操作规程。	1、识读、绘制还原 PID 图; 2、还原关键核心设备使用、维护与保养; 3、选择还原工艺条件, 确定开、停车方案; 4、还原开、停车、稳定运行仿真操作。	1、还原原理; 2、还原关键核心设备原理、结构; 3、还原工艺; 4、还原操作	先自主查找资料了解有关气相沉积相关知识, 还原理论知识的学习, 课后自制还原岗位关键核心设备, 通过虚拟仿真模拟练习实际生产中氢还原制备高纯硅, 在练习中提高技术技能, 最后模拟企业应急事故表演。	26
5	尾气干法回收	物质分离原理, 回收岗位工艺流程、设备, 回收岗位操作规程。	1、识读、绘制回收岗位 PID 图; 2、回收关键核心设备使用、维护与保养; 3、选择回收工艺条件, 确定开、停车方案; 4、回收开、停车、稳定运行仿真操作。	1、混合气体分离原理; 2、回收岗位关键核心设备原理、结构; 3、回收岗位工艺; 4、回收岗位操作	先自主查找资料了解有关混合气体分离相关知识, 分离理论知识的学习, 课后自制回收岗位关键核心设备, 通过虚拟仿真模拟练习实际生产中还原尾气回收, 在练习中提高技术技能, 最后模拟企业应急事故表演。	22

## (二) 工作任务描述

根据多晶硅生产技术课程目标和涵盖的工作任务要求, 确定课程内容, 要求学生应掌握的知识和技能目标。

表 2 工作任务描述

序号	工作任务	知识要求	技能要求
1	氢气的制备	了解氢气的性质及安全使用; 掌握电解	能按操作规程在电解水制氢岗位生



	与净化	水制氢原理原理、工艺流程、关键设备结构工作原理。	产出合格的氢气。
2	三氯氢硅的合成	理解氯化氢的性质、环境标准； 掌握合成三氯氢硅原理、工艺流程、关键设备结构及工作原理。 掌握三氯氢硅合成炉、布袋过滤器、旋风分离器、氢气阻火器、空气冷却器结构、原理。	能正确使用、维护、点检三氯氢硅合成炉、布袋过滤器、旋风分离器、氢气阻火器、空气冷却器；能按作业指导书的要求操作三氯氢硅合成岗位设备和工艺，能正常开、停车；能分析生产过程中的异常情况并采取预防、纠正措施；
3	三氯氢硅的精馏提纯	掌握精馏提纯原理、工艺流程；了解精馏提纯核心设备结构及工作原理；了解常用温度、压力、流量仪表；了解精馏提纯设备、管道的维护与保养知识；知道被提纯物料的物理、化学知识；了解换热器知识；解有关压力容器知识；掌握温度、压力、流量、液位设定；掌握回流比设定；掌握进料参数设定。	能正确使用、维护、点检三氯氢硅精馏提纯精馏塔、屏蔽泵、再沸器、冷凝器；能独立对三氯氢硅提纯工序核心设备进行点检、简单维护与保养；能根据不同颜色标志判断不同颜色管道输送的物料；能根据设备运行时的声音判断设备的运行状况；能对管道接头处查漏。
4	三氯氢硅还原制备高纯硅	掌握还原工序设备、管道的维护与保养知识；了解相关压力容器的知识；了解热能综合利用知识；掌握还原炉内混合物料配比知识；理解三氯氢硅还原原理、工艺流程、关键设备结构及工作原理；掌握三氯氢硅还原作业指导书；掌握三氯氢硅还原操作规程。	能独立对还原工序核心设备还原炉、蒸发器、淋洗塔进行点检、简单维护与保养；能正确使用、维护、保养还原炉、套管式换热器；能通过管道、设备的维护实现节能降耗；能根据设备和工艺要求选择合适的工艺参数（温度、压力、流量）；能根据工艺要求选择合适的冷、热源。
5	尾气干法回收	掌握尾气干法回收工序设备、管道的维护与保养知识；巩固相关压力容器的知识；氢压机结构、工作原理；了解分子筛相关知识，传热；掌握吸收塔、解吸塔结构、工作原理；掌握氢气纯化；掌握尾气干法回收原理、工艺流程、关键设备结构及工作原理；熟悉尾气干法回收作业指导书；掌握尾气干法回收操作规程。	能独立对尾气回收关键设备进行点检、维护、保养；能正确维护氢压机、吸收塔、解吸塔；能通过管道、设备的维护实现节能降耗；能按作业指导书的要求在仿真软件上操作氢压机、吸收塔、解吸塔及配套设备；能稳定控制各项参数；能对工艺参数（温度、压力）进行调节控制；能正常开、停车。



### 三、课程实施建议

#### (一) 教材选用与编写

1、教材选用要以培养实践能力、创新能力和创业能力为指导思想，贯彻高职高专培养目标，强调理论与实践的结合、教材与实际的结合、操作与管理的结合，理论与实践一体化教材。

2、以本课程标准为依据自编教材。

3、教材要充分体现项目课程设计思想，以项目为载体实施教学，让学生在完成项目的过程中逐步提高职业能力。

#### (二) 教学建议

1.在教学过程中，应立足于加强学生实际动手能力的培养，采用项目教学，以工作任务引领，提高学生学习兴趣，提升学习效果。

2.本课程教学采用理论与实践相结合的教学方法，在完成相关实验或典型项目课题的过程中学习有关的技术知识，重点在于实践的强化学习。

3.在教学过程中，立足于加强学生实际操作能力的培养，通过项目训练提高学生学习兴趣，激发学生的成就感，每个项目的实施可采用小组合作学习的方法，强化学生的团队协作精神。

4.在教学过程中，建议采用线上线下混合教学。建议主持院校相应专业教师使用资源库进行专业教学的学时数占专业课总学时的比例达 60%以上，参与建设院校该比例达 40%以上。应运用多媒体、投影等教学资源辅助教学，帮助学生理解相关操作的工作过程。借助于大数据、物联网、移动互联等技术手段，从课堂教学、实训教学、课本



学习以及课余学习四个主要职教教学场景中提高资源库的应用效力。激活师生用户有效互动、即时反馈通道，使资源库“活”起来，实现“能学”、“辅教”。

5.在教学过程中，要重视本专业领域的发展趋势，贴近行业发展现状，积极引导学生学习最新技术。为学生提供职业生涯发展的空间，努力培养学生参与社会实践的创新精神和职业能力。

6. 培养学生的“工匠精神”，将本专业学生必须具有的职业素养整合到专业课程教学目标、教学内容和考核办法之中，这样才能使学生真正具备“敬业爱岗、遵章守纪、乐于奉献，具有诚信意识与服务意识、良好的团队合作精神”的职业素养，要将工匠精神的养成计划与专业课程教学紧密结合，在教学中逐步渗透给学生工匠精神的内涵。

### **(三) 教学基本条件**

1.担任本课程的专任教师须具备以下条件：

- (1) 师德、学历和教学水平符合“学校教师任职资格”要求；
- (2) 担任本课程教学辅导或实验实训辅导一年以上；
- (3) 具有新能源相关产业工作经验；
- (4) 具有信息化教学能力；
- (5) 具有与本课程相关的知识、技术技能和创新能力。

2.教学环境须具备以下条件

- (1) 配备与课程相关的实训室；
- (2) 具备互联网接入环境；
- (3) 能为学生提供电脑或其他智能终端设备，为“互联网+资源库”的新型应用模式提供硬件支持。

## 四、教学评价

(1) 建议学生线上学习合格获取本课程的线上结业证书，线上学习成绩占总成绩的40%。

(2) 线下考核及其他平时教学占总成绩的60%，根据学生情况可以实时调整各项考核比例。

期末考核方式可以采用线上测试试卷+综合项目考核、线下实操考核或具有课程特点的其他考核方式。

证书示例：



图 《多晶硅生产技术》课程结业证书



## 五、教材及参考资料

### (1) 教辅材料

《多晶硅生产技术》课程必须有相应的教辅材料。教辅材料教材的开发应根据实训教学大纲选用或编写，要对多晶硅生产中的工序名称、内容、学时、设施、操作规程、注意事项、实训结果、数据处理等做出明确规定。

### (2) 教材选用与编写

本门课程选用刘秀琼，唐正林主编的《多晶硅生产技术》-项目化教程，化学工业出版社，2013。教材内容与现阶段多晶硅生产相适应，能够反映现实生产情况。

### (3) 课程资源的开发与利用

教辅材料主要包括与多晶硅生产相关书籍，教材应随人才培养方案和实训教学大纲的变化作相应修订。

### (4) 工学结合

根据多晶硅生产技术课程特点，我们与多晶硅生产企业进行联系沟通，合理地安排学生尽可能到专业对口的岗位上参加工学结合下厂实习。为学生提供了包括专业技能和综合能力两方面能力培养的实践环境，使学生在真实的环境下进行岗位实践，培养学生解决生产实际和工程项目中实际问题的技术及管理能力和领导艺术才能等个人综合素质，培养学生团队协作精神，群体沟通技巧，组织管理能力和领导艺术才能等个人综合素质，为学生今后从事各项工作打下基础。

学校也安排教师到企业下厂学习，使教师的实践教学能力得以提升，教师可以根据在工厂里面的学习经历与企业开发“厂中校”课程资源，更好的为学生和企业服务。

## **(5) 网络资源**

《多晶硅生产技术》立体化电子教材可作为辅助材料学习，应用于课程教学。网络资源可以作为学生从事多晶硅生产技术课程学习活动的辅助性工具。为此，老师可以引导学生积极有效地将网络资源用于教学学习活动之中。例如，借助网络资源查阅多晶硅的知识及生产方法、注意事项等。

## **(6) 仿真软件**

使用多晶硅生产仿真软件，使学生加深对相关教学内容的理解，帮助学生形成解决问题的基本策略和方法等。

制定人：刘秀琼

审 核：新能源类专业教学资源库共建共享联盟

课程指导小组