

附三：

项目编号： 201601

合肥学院硕士研究生项目学习

结项报告书

项目名称： 隔油设备内表面纳米镀层研究

项目来源： 安徽天健环保股份有限公司

所属专业： 环境工程

学 分： 平均 4 学分 / 人

项目完成人： 张佩佩

指导教师： 陈俊

所属系（部）： 生物与环境工程系

项目负责人联系电话： 13739242621

项目负责人电子邮箱： 254185152@qq.com

研究起止时间： 2016.8.1-2016.8.31

合肥学院研究生处制

二〇一六年八月

表格填写说明

- 1、请保持表格的完整性，一级标题用黑体小四号，二级标题用宋体五号加粗，正文用宋体五号字，1.5倍行距填写；
- 2、表名用黑体五号字，图名用宋体小五号字加粗；
- 3、表格用三线表；
- 4、表格双面打印。

一、开题工作小结

(开题时间、地点, 参与人员, 项目实施计划, 导师指导意见等)

开题时间: 8月1日

地点: 安徽天健环保股份有限公司

参与人员: 张佩佩、余晨、左丹丹

项目实施计划: 完成隔油提升一体化设备的创新设计, 分为一个小组, 小组成员有: 张佩佩、余晨、左丹丹。成立为一个小组, 查阅文献时间定为一周时间, 实地调研时间为两周时间。调研回来就将表格进行汇总, 做成ppt小组成员交流心得, 领导及时为我们的工作作出建议。

阶段目标: 1、前一周完成相关技术文献查阅。并进行分析讨论。

2、中间1周完成包河区的餐饮除油设备企业调研。并进行分析讨论。

3、最后1周完成完成经开区的餐饮企业调研。并进行分析讨论。

4、最后花两天时间将信息汇总成报告书形式。

学生签名: 张佩佩

2016年9月1日

导师意见:

校内外指导教师签名:

年 月 日

二、中期检查与指导

中期工作小结:

1. 通过市场调查，现有隔油设备存在如下问题：



- (1) 操作复杂，界面不够人性化，缺乏智能化操控模式
- (2) 隔油提升一体化设备设备内壁防污效果差
- (3) 隔油设备在运行过程中散发严重的臭味
- (4) 隔油设备维护修理时，缺乏照明设施

2. 隔油提升一体化设备箱体表面 Ni-Si C 纳米复合镀层

该方法主要是通过向镀液中加入不溶性粒子，使不溶性粒子和镀液中的金属离子达到共镀，并且使分散相均匀弥散在基质金属中，形成弥散镀层利用超声-电镀方法制备 Ni-Si C 纳米复合镀层，研究超声波机械搅拌作用在电解液传质过程中的作用、超声空化效应及添加剂等诸多因素，在 Ni-Si C 粒子中的作用^[1]。

1. 实验试剂六水合硫酸镍，一水合氯化镍，硼酸，OP 乳化剂，十六烷基三甲基溴化铵 (CTAB)，糖精钠，乙二胺四乙酸 (EDTA)。

2. 实验材料

试样材料为 304 钢才，试样尺寸为 20mm×30 mm×1 mm；阳极材料为纯度大于 99.9%的纯镍板；电镀前，依次用 240#、500#、1000#、2000#砂纸打磨光亮，用蒸馏水洗净、干燥；本实验采用外购的 Si C 纳米粉。

3. 实验设备

LW5J10 型直流稳压稳流电源，SMD-200 型数控双脉冲电镀电源，JHN-F-1B 型超声波清洗机，镀槽，天平，导线等。

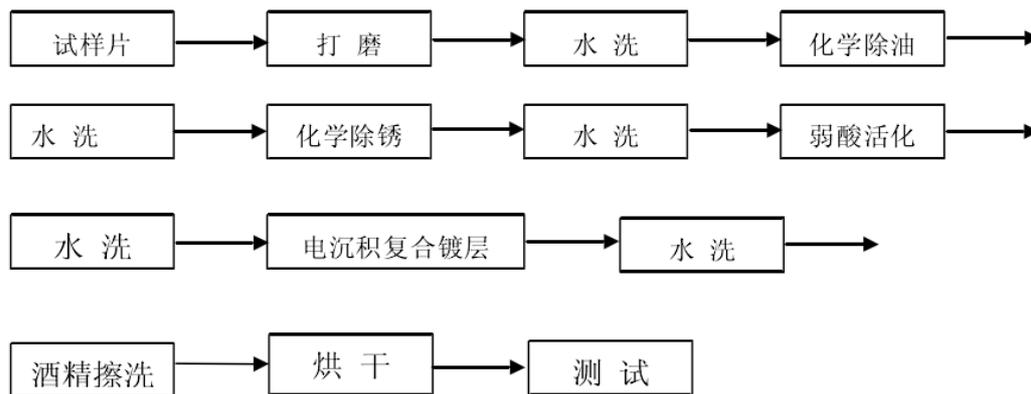
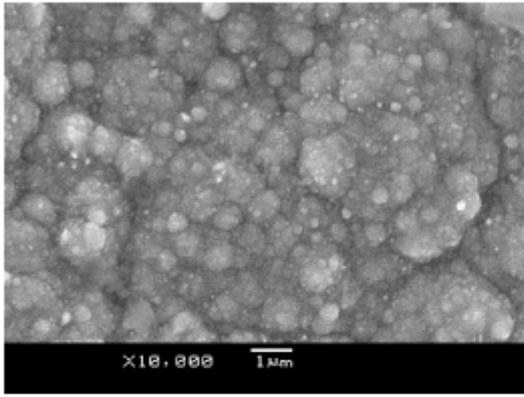


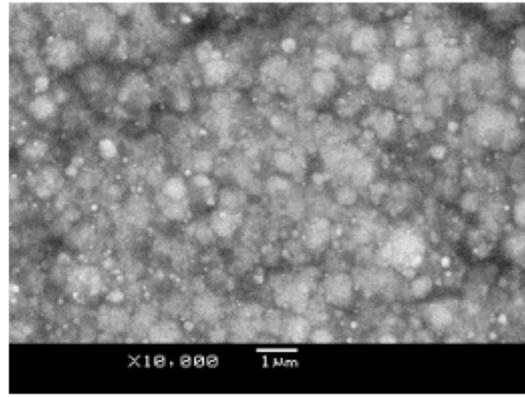
表 2-2 镀液组成及工艺条件

成分及条件	参数
NiSO ₄ · 6H ₂ O (g/L)	300
NiCl ₂ · H ₂ O (g/L)	36
H ₃ BO ₃ (g/L)	33
纳米 SiC (g/L)	2~12
表面活性剂 (mg/L)	40~120
糖精钠 (g/L)	1.5
镀液温度 (°C)	55
电流密度 (A/dm ²)	2~6
PH	4~5
电镀条件	脉冲电流
超声功率 (W)	0~400
时间 (min)	10~50

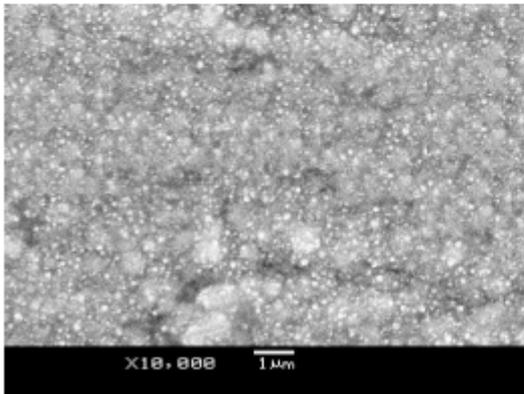
本实验是在 Watt 镀液的基础上, 加入纳米 Si C 粒子得到复合镀液, 超声-电镀工艺是一种在镀液中加入所需的一种或几种不溶性的固体粒子, 巧妙利用超声波和电镀的共同作用, 使固体粒子与主体金属共镀在基材上的镀覆工艺^[2]。迄今为止, 虽然合金电镀应用比较多, 但是在合金电镀中加入超声波的研究比较少, 尤其是将超声波加入到锌基、锡基等合金电镀中研究更是少之又少。由于纳米粒子容易团聚, 因此, 如何抑制纳米粒子团聚是制备优良纳米复合镀层的重点, 也是配置制备纳米复合镀层镀液的重中之重^[3]。在这里, 选择利用超声搅拌作用抑制 Si C 粒子团聚, 主要是由于超声波的超声空化作用, 使 Si C 粒子均匀弥散在镀液中^[4]。



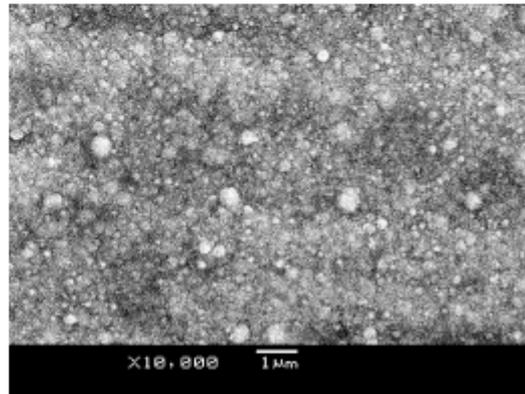
(a)



(b)



(c)



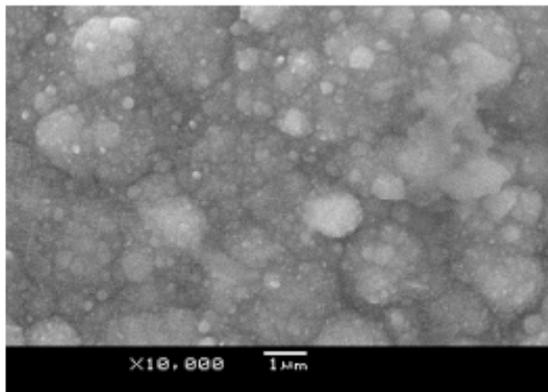
(d)

(a) 超声功率 50W 的电镀； (b) 超声功率 100W 的电镀；

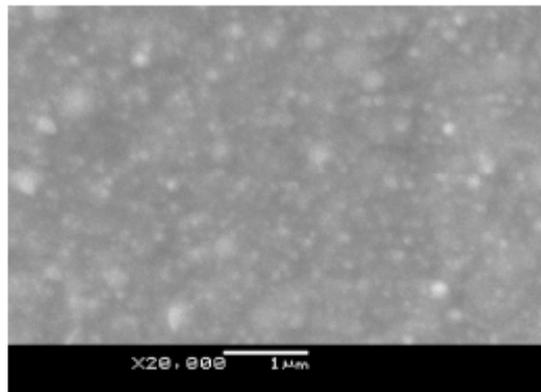
(c) 超声功率 200W 的电镀； (d) 超声功率 300W 的电镀；

超声-电镀纳米 Ni-SiC 复合镀层的表面形貌结果表明，超声波工作时间的长短和制备镀层表面光洁度有重要的关系，具体体现为，随着加载超声波时间增加，镀层空隙率减少，镀层表面越光滑。

[5]



(a)



(b)

(a) 电流密度 $3\text{A}/\text{dm}^2$ ，占空比 60%； (b) 电流密度 $6\text{A}/\text{dm}^2$ ，占空比 20%。

在制备 Ni-Si C 复合镀层的过程中，随着 Si C 浓度增加 Si C 粒子浓度呈现先增加后降低的趋势，主要是因为，在 Si C 粒子浓度增加的初始阶段，随着 Si C 粒子浓度的增加，镀液中悬浮的 Si C 粒子也会随之增加，沉积到 Ni-Si C 复合镀层表面的纳米粒子数量增加，可以有效改善复合镀层的性能；当 Si C 粒子浓度达到 $6\text{g}/\text{L}$ 时，此时，镀液中 Si C 粒子浓度是最大的，

制得的 Ni-Si C 复合镀层性能也是最优的；当复合镀液中 Si C 粒子浓度超过 6 g/L 时，镀液粘度会随着 Si C 粒子增加而变得黏稠，阻碍 Si C 粒子向阴极运动，影响 Si C 粒子在复合镀层表面沉积，进而降低 Ni-Si C 复合镀层中 Si C 粒子含量^[6]。

2.1 Ni-SiC 复合镀层制备影响条件

在复合镀层制备的过程中，粒子的共镀是镀层制备关键^[7]。选择合适因素使粒子共镀也是制备优良复合镀层的重要步骤，其中主要包括粒子表面性质、合理的处理方法、制备复合镀层需要的不同镀液配方以及理想工艺参数的选择，都是粒子共镀的关键性因素。

粒子表面电荷性质是影响复合镀层生成的因素之一，主要是因为粒子所带电荷性质不同，在电镀过程中发挥作用也有所不同，粒子和阳极表面引起的静电引力对电镀有重要影响。当粒子表面带有正电时，则在电镀过程中像阴极移动，增加镀液中粒子含量；反之，当粒子表面带有负电时，则在电镀过程中像阳极移动，会降低镀液中粒子含量或者使电镀过程终止。

在镀液中粒子含量达到饱和值之前，生成的复合镀层中粒子的含量是随着制备复合镀液中固体粒子的含量提高而增加的；直至制备复合镀层的镀液中固体粒子的含量增加到一定数值以后，固体粒子的继续增加反而会降低复合镀层中粒子的含量，主要是由于粘度等诸多条件的限制。因此，在制备复合镀层的镀液中选择合适的粒子浓度以保证镀层中粒子的含量。在制备复合镀层的过程中，阴极电流密度是影响粒子共沉积的重要因素之一。在一定范围内，阴极电流密度增大，粒子共镀量提高，但是随着阴极电流密度的进一步增加，共镀量不仅不会增加反而会降低。溶液的酸碱性对溶液的性能及镀层的性能有很大的影响。在较高 PH 值时，镀液有较好的阴极电流效率和较高的分散能力。PH 值较低时，阳极溶解性能好，允许使用的电流密度高。但是若 PH 值过高，阴极则会有氢气产生，使复合镀层出现针孔从而使脆性增大；PH 值过低时，复合镀层的光亮度不足，平整性能变差，使阴极的电流效率变低。随着镀液的搅拌强度的提高，微粒向镀层表面碰撞的几率增大，所以微粒的共镀量随着镀液搅拌强度的增加，在一定程度上也会增加。于此同时，随着搅拌作用的加强，溶液流动速度也会加快，这样也会使原本吸附在电极表面的微粒被分离出来的几率增大。因此最终共镀量降低。所以在整个电镀过程中，要重视镀液的搅拌强度。添加剂的种类有很多，例如，光泽剂，稳定剂，柔软剂，润湿剂，低区走位剂等。其中，光泽剂分又为主光泽剂，载体光亮剂和辅助光泽剂等。在制备复合镀层的过程中，选择同一主盐体系，不同厂家生产的添加剂，制备出来的镀层性能又存在这好坏之分。其中，日本以及欧美一些发达国家添加剂质量更好，在国内，台湾的添加剂性能更好，性能好的添加剂能改善主盐的一些性能，若将好的氯化物镀锌添加剂和相应的主盐配合使用，能充分提高镀液的深镀能力。在 200W 的超声功率下，制备的纳米 Ni-Si C 复合镀层中，粒子不仅含量较多，而且分布均匀；然而当超声功率大于 200W 时，镀层表面的纳米粒子会出现轻微团聚现象，主要是由于超声波搅拌作用过强引起的^[10]。研究结果表明，如果搅拌作用超过一定的范围时，粒子将会进行复杂的流体动力学运动过程，重新团聚，影响粒子的沉积过程。另外，依据复合电镀吸附机理模型，粒子吸附镀过程可分为弱吸附和强吸附两种，其中的弱吸附过程是可逆的。当超声功率超过一定范围时，过度的超声波对镀液产生过度搅拌作用，使吸附强度低的粒子被再度冲刷掉，影响粒子共镀过程。

3. Ni-P 合金镀膜工艺

目前，合金膜的化学镀制备通常有电化学原理、原子氧原理、轻基镇离子配位原理、氢化物传输及统一理论五种机理。轻基镇离子配位形成：在催化条件下的活性表面，轻基镇离子的配位体与亚磷酸反应生成 NiOH 被吸附，并能进一步被还原成金属 Ni 在上述所反应的过程中，析出的 H 反应析出 H₂。在 Ni 催化活性的表面，Ni 与能 H₂PO₂ 直接反应，析出 P 并且与 Ni 形成共沉积的化学 Ni-P 合金^[12]。

3.1 化学纳米镀膜前处理

从化学纳米电镀的定义可知，要使化学纳米电镀能够顺利进行，所采取的化学电镀溶液的成分，利用相应的工艺条件需要具备催化活性，即能够激活化学电镀反应，其次化学电镀层的本身也必须对化学电镀反应的激活能够提供有利条件，只有这样，化学电镀的沉积才能得以有效持续。然而化学纳米电镀溶液的本身对反应过程中出现的各种杂质都非常敏感，这就需要在化学电镀前进行处理，这也是非常重要的一点。对 Cu 片的化学纳米电镀的前处理实施如下：制样、NaOH 溶液除油、去离子水洗、王水酸洗、去离子水洗、吹干、称量。

镀液配制方法

化学镇纳米 Ni-P 合金膜的溶液配制应该严格按照下面的标准来进行，否则就会直接导致不能化学电镀，或不能被激活。具体操作如下：

- 1 化学镀纳米 Ni-P 合金膜的溶液必须用高纯水配制，配制溶液时不能直接将还原剂与主盐进行混合，避免将主盐直接还原分解；
- 2 根据所需要配制镀液的体积，将各个组分分别称量出所需重量：主盐、络合剂、还原剂，先分别用少量高纯水溶解；
- 3 将主盐溶解在一定的的高纯水中，在常情况下，镍盐在水中溶解速度比较缓慢，可采取对其适当进行加热，并且不断搅拌。使溶质充分溶解；
- 4 将络合剂溶解于适量的高纯水，然后将完全溶解络合剂溶液在不断搅拌的条件下，使其主盐溶液充分混合。同时，也可采取将主盐与络合剂一起在不断的搅拌作用下充分溶解；
- 5 再配置一定量的还原剂溶液，时期和主盐与络合剂混合液分别加热，让主盐与络合剂充分络合，便于与还原剂混合后能快速达到镀膜所需温度值，
- 6 然后在搅拌条件下将还原剂溶液倒入含有主盐及络合剂溶液的烧杯中。混合完成前液体总量控制在所需配制溶液总体积的左右；
- 7 用浓 NaOH 溶液及 H_2SO_4 (10%) 作为镀液值调整剂，先用浓 NaOH 溶液调整，如果过量，再加入 H_2SO_4 (10%) 溶液降低 PH 值；
- 8 用高纯水稀释至所需的体积；
- 9 在有必要的情况下还可以考虑是否过滤，在配制化学电镀溶液的过程中，应该要注意：一定要严格按照上面的步骤去配制化学电镀溶液，注意遵循先后顺序，不然就很难或不能得到所需性能要求的化学电镀溶液。若将调节值高低的浓溶液添加到无络合剂、只含有还原剂的主盐溶液里面，极容易主盐直接被还原。在电镀溶液的配制过程中，一定要注意多搅拌，使配制的药品能够充分溶解，在后续进行混合操作时，如不能进行充分搅拌，很容易生成主盐的化合物。当进行调节值的时候，要缓慢、少量地进行并进行充分搅拌，不然很容易使溶液局部的值偏高，这样很容易出现沉淀物质。

3.2 化学纳米电镀实施步骤

- 1 制作所需尺寸的 Cu 片镀件以及 Al 片电偶，准备好电桥连接；
- 2 把磁力搅拌器的电源打开，将温度调至纳米化学电镀配方溶液的实施条件下的理论温度值，使恒温水浴进行先预加热是温度稳定，不断升温；
- 3 将天平实行归零操作；
- 4 然后用天平去把各个所需实验配方成分物质分别称量好；
- 5 将已称量好的配方成分逐一分别放入不同的烧杯中，倒入高纯水后，用玻璃棒进行充分搅拌，让药品完全溶解；
- 6 将主盐与络合剂在搅拌下缓慢混合，并和还原剂一起计算溶液量，添加高纯水，总液体量控制在配制溶液总体积的 80%左右，然后分别放入恒温水浴中，再加热部分高纯水，便于用预定温度的高纯水配置溶液；
- 7 将 Cu 片镀件、Al 片电偶，以及电桥连接所需铜线一并浓 NaOH 溶液进行去油，纯

水水洗，吹干。再将 Cu 片键件用王水进行酸洗，去掉表层氧化物，继续纯水水洗，吹干，进行镀前称量计重。

8 将还原剂缓慢引流到主盐与络合剂的混合溶液的烧杯中，并不断搅拌使其混合均匀，再用浓 NaOH 溶液调整镀液 PH 值，注意在调节值的过程中也要用玻璃棒不断地搅拌溶液，这种搅拌的目的是使 NaOH 溶液在溶液中混合均匀，调节到所需要的 PH 值；

9 将装有配方溶液的烧杯放入恒温水浴，注意恒温水浴的水稍高过烧杯中的溶液高度即可；

10 将镀件连接好电桥、电偶装置，放入纳米化学镀液中，开始秒表计时；

3.3 纳米化学键膜及后续处理

将键膜件放入化学镀膜液中，需要严格地控制施镀的温度及时间，并且分阶段检测化学镀膜溶液的离子浓度，实施化学镀膜时的温度用数显控温磁力搅拌器来自动控制，而施镀的时间采用秒表来计量。

化学镀膜件吹干过程：在纳米化学 Ni-P 镀膜施镀结束时，必须先用纯水进行多次清洗，再采用电吹风来对化学镀膜件进行干燥，其干燥的目的主要在于除掉镀膜件表面所残留的化学镀膜溶液、保持化学镇膜层外观的良好，从而能够有效防止在镇膜件表面形成腐蚀条件，确保化学镀膜层的抗腐蚀性能。

4. 电镀纳米级锌镍合金涂层

304 钢材试样进行了标准的预处理。在镀液中用纯度为 99.99% 镍板作阳极，它不会溶解在镀液中，镍离子通过添加硫酸镍进行补充。电镀过程中，锌离子是通过外界的一个与镀槽相连的循环系统进行补充的，锌离子不断溶解在与镀槽相连的一外部装置的溶液中，再将此溶液抽到镀液中来补充锌离子。锌镍镀液中的锌离子含量可时刻通过镀槽外部装置中锌板浸入溶液中的表面积进行控制，操作温度控制在 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 。镀液中添加的一种实验室自制添加剂的作用是可时刻获得质量更好更光亮的涂层。添加剂可通过以下方法制得：先将 72 ml 二甲胺溶液放入 250 ml 的三嘴长颈瓶中，再向溶液中缓慢加入环氧氯丙烷，温度保持在 60°C 并对此溶液进行搅拌，直到 40 ml 环氧氯丙烷全部加入，再将此溶液升温到 90°C 并继续搅拌 30 分钟，然后将溶液冷却，获得反应产物^[9]。

采用 250cm^3 赫尔槽进行电镀实验。用大小为 $70\text{mm} \times 100\text{mm}$ 钢材冷轧钢板作为赫尔槽的阴极，镍板(4mm 厚)作为阳极。取 3 个钢板作为赫尔槽的阴极试片，经过镀前处理后，分别采用 2A, 5A 和 10A 的电流强度电镀，PEAA 是络合剂，其作用是使镍离子在碱性溶液中不沉淀。2 种添加剂的复合作用导致电镀时阴极极化程度大大增加，大幅度地细化晶粒。

参考文献

- [1]陈坤 程方平吴文胜张祥春纳米碳管的制备及应用前景[J]. 贵州大学学报自然科学版 2003. 8
- [2]贾鹏涛. 超声制备纳米银镓合金 PMMA 复合材料的研究[D]. 西安科技大学. 2003.
- [3]毛延发, 唐为国, 兰新哲, 等. 脉冲偏压对 (Ti, Al)N/Si C/(Ti, Al)N 多层复合涂层成分和硬度的影响[J]. 稀有金属快报, 2008, 27(6):12-16.
- [4]郭存悦. 粘土/聚烯烃纳米复合材料研究进展[J]. 应用化学. 2001, 18(5).
- [5]刘结, 滕翠青, 余木火. 纳米复合材料研究进展[J]. 合成技术及应用. 200015(4).
- [6]王笃华, 余木火. 纳米复合材料国外研究新进展[J]. 化工新型材料. 2000, 28(11).
- [7]华幼卿, 章正熙, 黄玉强. 聚烯烃纳米复合材料研究进展[J]. 高分子材料科学与工程.
- [8]付思美. 金属氧化物纳米技术在功能纺织品中的应用及研究进展[J]. 山西化工, 2009 4 .

- [9]董啸啸. 浅析纳米技术的应用研究[J]. 化学工程与装备, 2009 3 .
- [10]吴桂霞, 刘静, 张光华. 纳米材料与技术造纸工业中的应用前景[J]. 化工新型材料, 2009 5.
- [11]马岩. 纳微米科学与技术在木材工业的应用前景展望[J]. 林业科学, 2001(6).
- [12]张峰, 张阳德. 浅谈纳米电子技术的发展[J]. 中国现代医学杂志, 2005 05.

学生签名:

年 月 日

导师评价与指导:

校内外指导教师师签名:

年 月 日

三、项目学习总结

(项目学习过程描述、取得的成果以及存在的问题等。)

此次课题研究，经过前期的市场调研、客户访谈、问卷调查与环保部门合作等，了解了关于隔油提升一体化设备行业的情况。餐饮工作者的需求是研发的方向，环境部门的标准是隔油设备设计的依据。怎样设计和创新不是凭空想象，而是有法可依，有理可寻的。在车间对师傅和操作者的观察是设计研发的基础，能够帮助了解设备的加工工艺和制作流程。同时与研发部成员积极沟通，成功完成了一个项目。解决了一家餐饮酒店的难题。在完成项目的过程中，积极配合，与客户用心交流，在工作中乐于奉献。前后跨度 4 周时间，基本上按原计划完成了整个研究工作。在研究内容方面，为满足本次工作的特点与需要在符合自主创新的科研精神与实事求是的理念下，对隔油提升一体化设备进行创新性的思考与讨论。并参考相关资料和文献，为创新研发新一代隔油提升一体化设备打好基础。

在研究方法上，在与客户之间主要进行心与心的交流。采用问卷调查、在同事之间积极思考，用图形表达思想。

在研究过程中，始终融入创新思维，并提出以下观点：

1. 调研的目的地应该经过筛选而不是有点相关的就进行记录，一定要有重点，并深入研究。
2. 调研汇报书的编写要吸收行业和企业从业人员的意见。
3. 调研汇报书的编写应该是理论性与实践性相统一。
4. 调研的内容应该呈现多样化、创新性特点。

学生签名：

年 月 日

导师评价：

校内外指导教师签名：

年 月 日

四、结项鉴定

(需明确是否同意结项, 并就研究过程的科学性及成果的应用价值作出明确结论)

得分: _____ 鉴定等级: _____

专家组组长 (签名):

专家组成员 (签名):

年 月 日