

沪士电子股份有限公司土壤和地下水 自行监测报告

项目单位：沪士电子股份有限公司

2021 年 6 月

目录

1 总论.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 编制原则.....	1
1.3 工作内容.....	2
1.4 编制依据.....	3
2 项目概况.....	5
2.1 项目基本情况.....	5
2.2 项目具体建设情况.....	5
2.3 企业建设项目环评及验收情况.....	8
2.4 项目厂区布置情况.....	8
3 项目周边环境及自然状况.....	10
3.1 项目周边环境.....	10
3.2 自然状况.....	11
4 企业生产及污染防治情况.....	13
4.1 企业生产概况.....	13
4.2 企业设施布置.....	14
4.3 各设施生产工艺与污染防治情况.....	17
4.3 主要污染物产生及治理措施.....	18
4.4 主要原辅材料.....	40
5 重点设施及重点区域识别.....	44
6 土壤和地下水监测点位布设方案.....	55
6.1 点位设置平面图.....	55
6.2 各点位布设原因分析.....	56
6.3 各点位分析测试项目.....	56
7 监测结果及分析.....	58
7-1 土壤监测结果分析.....	58
7-2 地下水监测结果分析.....	59
8 结论.....	59
9.质量控制与质量保证.....	60
9.1 样品采集、保存与流转的质量保证与控制.....	60
9.2 样品分析测试的质量保证与控制.....	61

1 总论

1.1 项目背景

沪士电子股份有限公司（以下简称“沪士电子”）创立于 1992 年 4 月，是由沪士电子（昆山）有限公司整体变更的股份公司。该公司现位于昆山市高新技术产业开发区东龙路 1 号，13 年开始陆续搬入现厂区，15 年正式开始生产。是一家专业从事印刷线路板生产的台资企业经营范围：生产单、双面及多层电路板、高密度互连积层板（HDI）、电路板组装成品、电子设备使用的连接线和连接器等产品并销售自产产品，从事与本企业生产同类和相关产品的批发、进出口业务，公司产品售后维修及技术服务，普通货物道路运输。

为贯彻《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）关于防范建设用地新增污染的要求，落实企业污染防治的主体责任，昆山市政府与沪士电子股份有限公司签订土壤污染防治责任书，责任书中要求“沪士电子股份有限公司应采取有效措施，防范企业用地新增污染”，包括土壤和地下水自行监测、排查及整改土壤污染隐患、防止新改扩建项目污染土壤、防范拆除活动污染土壤、杜绝危险废物非法转移倾倒、防范突发环境事件污染土壤、防止治理与修复工程造成二次污染等工作，开展土壤隐患排查是其中的一项重要工作。

现根据企业资料分析、人员访谈、现场采样和实验室分析结果编制完成《沪士电子股份有限公司土壤和地下水自行监测报告》。

1.2 编制原则

本次土壤自行监测报告的编制主要遵循以下原则开展：

（1）针对性原则：针对企业的生产活动特征和潜在污染物特性，进行土壤和地下水环境监测，为企业土壤和地下水污染状况提供依据。

（2）规范性原则：采用程序化、系统化、规范化的工作程序开展自行监测工作，保证自行监测工作的完整性、科学性以及监测结果的客观性。

（3）安全性原则：重点监管企业涉及众多易燃易爆和有毒有害物质，开展现场作业过程中，要严格遵守相关安全作业的要求，确保现场作业安全。

（4）可操作性原则：综合考虑土壤和地下水污染情况、严重区域现场实际情况以及企业实际生产经营状况等因素，提出切实可行的采样布点方案。

1.3 工作内容

前期准备：先进行资料搜集，搜集的资料主要包括企业基本信息、企业内各设施信息、企业用地已有的土壤及地下水相关信息等。了解企业基本信息，所在地块环境信息，环保相关信息和生产活动相关信息。

现场踏勘：通过现场踏勘，补充和确认待监测企业的信息，核查所搜集资料的有效性。踏勘范围以企业内部为主。对照企业平面布置图，勘察所有设施的分布情况，核实各设施主要功能、生产工艺及涉及的有毒有害物质。重点观察各设施周边是否存在泄漏、渗漏、溢出等可能导致土壤或地下水污染的隐患。

人员访谈：通过人员访谈，进一步补充和核实企业信息。访谈人员可包括企业负责人，熟悉企业生产活动的管理人员和职工，企业属地的生态环境、工信、发改等主管部门的工作人员，熟悉所在地情况的第三方等。

分析识别：分析、评价和总结，根据各区域及设施信息、污染物及其迁移途径等，识别企业内部存在土壤或地下水污染隐患的重点设施。

制定方案：根据上述资料信息制定采样方案。

现场采样：根据采样方案，施工单位现场打井，采样人员进场取样，带回实验室分析。

实验室分析：样品实验室分析，综合分析结果，出具检测报告

工作总结：针对企业资料分析、人员访谈、现场采样和实验室分析结果编制自行监测方案。

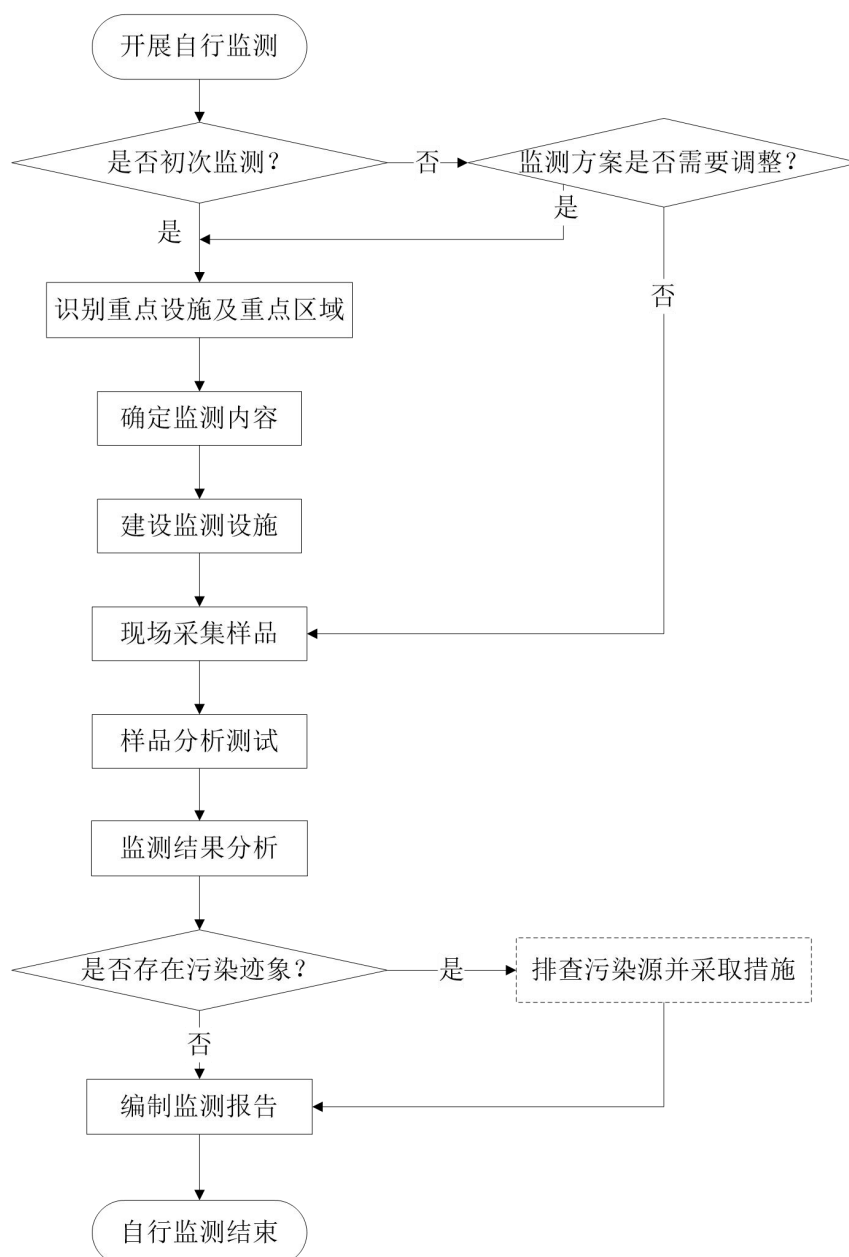


图 1-1 工作技术路线

1.4 编制依据

1.4.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月修订）；
- (3) 《中华人民共和国土地管理法》（2004 年 8 月 28 日）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；
- (5) 《危险化学品安全管理条例》（2013 年 12 月修正）；
- (6) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发〔2008〕48 号）；

- (7) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31号）；
- (8) 《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通
知》（国办发〔2013〕7号）；
- (9) 《关于加强工业企业关停、搬迁和原址场地再开发利用过程中污染防治工作的
通知》（环发〔2014〕66号）；
- (10) 《关于进一步加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发〔2009〕61
号）；
- (11) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发〔2008〕48号）；
- (12) 《江苏省土壤污染防治工作方案》（苏政发〔2016〕169号）；
- (13) 《苏州市土壤污染防治工作方案》（苏府〔2017〕102号）；
- (14) 《昆山市土壤污染防治工作方案》（昆政办发〔2017〕159号）。

1.4.2 标准与规范

- (1) 《在产企业土壤和地下水自行监测技术指南》（报批稿）
- (2) 《土壤环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）；
- (3) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (4) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020）；
- (5) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (6) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 2019-1019）；
- (7) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）
- (8) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）
- (9) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）
- (10) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）
- (11) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准筛选值（试行）》
（GB36600-2018）；

1.4.3 其他文件

- (1) 《沪士电子股份有限公司年产线路板 225 万平方米配套设施技改项目》审批
稿；
- (2) 《沪士电子股份有限公司年产线路板 225 万平方米重新报批项目环境影响报
告表》，2019 年 5 月；
- (3) 沪士电子股份有限公司提供的其他建设项目环境影响报告书等相关资料；

2 项目概况

2.1 项目基本情况

项目基本情况介绍见下表 2-1。

表 2-1 项目基本情况

项目名称	沪士电子股份有限公司土壤污染隐患排查		
企业名称	沪士电子股份有限公司		
企业地址	昆山市高新技术产业开发区东龙路 1 号		
位置经纬度	经度 120° 58'16.07"；纬度 31° 19'27.82"		
法定代表人	吴礼淦		
企业类型	股份有限公司(中外合资、上市)		
企业规模	大型	营业期限	1992-04-14 - 无限期
联系人	苏浩	联系电话	0512-57356888
行业代码	C3972	行业类别	印刷电路板制造
工作制度	年生产运行 300 天，年运行 7200 小时		
所属园区	昆山市高新技术产业开发区		
地块面积	166666m ²	地块产权人	沪士电子股份有限公司

2.2 项目具体建设情况

项目具体建设情况见表 2-2。

表 2-2 项目具体建设情况一览表

建设名称		项目设计能力	备注
主体工程	沉铜线	5 条	主车间 1-3F
	电镀铜线	8 条	
	一次镀铜线	7 条	
	二次镀铜线	7 条	
	碱性蚀刻线	4 条	
	棕化线	12 条	
	黑化线	1 条	

	OSP 线	2 条	
	沉锡线	3 条	
	化银线	2 条	
	化学镍金线	2 条	
	电镀镍金线	3 条	
储运工程	原料仓库	覆铜板、半固片等一般原料储存，面积 2000 平方米	4#厂房
	成品仓库	成品线路板储存，面积 1800 平方米	2#厂房
	化学品存放区	盐酸储罐（10m ³ *11 个，其中 1#厂房楼顶 5 个、2#厂房楼顶 4 个、4#厂房 3 楼 2 个），硫酸储罐（10m ³ *8 个，其中 1#厂房楼顶 4 个、2#厂房楼顶 2 个、4#厂房内 2 个），硝酸储罐（10m ³ *4 个，3 个，其中 1#厂房楼顶 2 个、2#厂房楼顶 2 个），液碱桶（10m ³ *13 个，其中 1#厂房楼顶 6 个、2#厂房楼顶 5 个、4#厂房内 3 个），储罐周围设有围堰。双氧水、棕化液等，20kg、25kg 的药水塑料桶，地面防腐；废液暂存区：地面防腐	1#2#车间楼顶和 4#厂房 3 楼
	柴油储罐	1 个，容积 30 立方米，储存量 20t	位于地上
公辅工程	供水	由市政给水管网及青阳港河水供给	有取水证明
	供电	项目装机容量为 28500kW；用电预计为 12000 万 kWh/a	市政电网
	河水净化系统	2 套，设计能力为 100t/h，采用格栅+沉淀+碳滤。	4#厂房西侧
	软水系统	2 套，设计能力为 400t/d，采用砂滤+碳滤+树脂塔。	1#厂房 4 楼
	自来水纯水系统	2 套，设计能力为 40t/h，采用砂滤+碳滤+离子交换。	1#厂房 4 楼
	一般低浓度含铜清洗废水回用系统	设计能力为 80t/h，采用砂滤+碳滤+UF+RO。	4#厂房 1 楼
	末端废水回用系统	设计能力为 80t/h，采用 MBR+RO。	4#厂房 1 楼
	供气	天然气由市政天然气管道提供，年用量 190 万 Nm ³ /a。	—
	供热	蒸汽用量 280t/d（84000t/a），温度为 180℃左右；自备蒸汽锅炉（6t/h）2 台（备用），以天然气为燃料	蒸汽来自南亚热电厂，自备锅炉房

		料；压合用热媒炉 5 台，采用天然气（轻柴油备用）	位于 4#厂房东侧，热媒油炉房变更到 2#厂房北侧
	绿化	67881 平方米	
环保工程	废气处理设施	酸碱废气：经碱/酸液喷淋+29 个(15m/25m)排气筒，其中 NO _x 经过二级水洗塔	项目设置 44 个排气筒，排气口位置位于 1#2#4#厂房楼顶
		含尘废气：袋式除尘器+6 个排气筒	
		VOCs：活性炭塔或光触媒处理后+7 个 25m 排气筒	
		天然气热媒炉排气筒 1 个 23m	
		天然气锅炉排气筒 1 个 23m	
	废水处理设施	生活污水直接接管，工业废水处理达到接管标准后接管，工业废水处理设施处理能力：18000t/d	厂区东北侧
		中水回用 8132.2t/d，中水回用率 53.9%。	
	风险防范	事故池两个，其中废水处理站南侧地下 1 个容积 1450m ³ ，废水处理站东侧 1 个，总容积 9800m ³ ，总高度 5m（地下 2m），采用双线路供电，一路厂区中央供电，一路宿舍楼电管网供电。	两个，一个纯地下，一个半地下，总地下容积为 5370m ³ 。
	固废废物	一般固废暂存点 870m ² ，暂存点防风、防雨、防晒、防渗漏	出售给外单位回收利用
		危险废物共分为 5 个暂存仓库，总建筑面积 3935m ² ：污泥暂存仓库 1 个 370m ² 、废液暂存仓库 1 个 740m ² 和固态危险物暂存仓库 3 个共 2825m ² ，不同种类的危险废物分区存放，暂存仓库防风防雨、防晒、防渗漏，其中废液危废暂存仓库有废气收集处理装置。	/
		微蚀废液处理线	2 条，总处理能力 18600t/a
		显影定影废液处理线	2 台，总处理能力 60t/a
		膜渣干化处理线	1 条线，总处理能力 1400t/a

2.3 企业建设项目环评及验收情况

表 2-3 环评审批及验收情况

序号	项目名称	投资总额	环评批复(文号及	建设现状	验收情况
1	年产线路板 150 万平方米的搬迁项目	9800 万美元	苏环审[2009]12 号, 2009 年 1 月 18 日	一期已投产 二期已建成	一期 75 万平方米已验收, 二期正准备验收
2	年产 HDI 线路板 75 万平方米的扩建项目	9500 万美元	苏环审[2009]13 号, 2009 年 1 月 18 日	已建成	—
3	年产线路板 225 万平方米重新报批	19300 万美元	昆环建(2019)1031 号, 2019 年 5 月 29 日	已建成	正在进行
4	年产线路板 225 万平方米项目配套设施技改项目	500 万人民币	报批前公示阶段	暂未建设	—

2.4 项目厂区布置情况

本项目位于昆山市高新技术产业开发区东龙路 1 号。厂区占地面积约 166666m²。项目主要生产线主要布置在 1#、2#厂房内, 固废处理项目布置在 4#厂房内, 化学品存放区为 1#、2#厂房楼顶和 4#厂房内。各排气筒位于各厂房楼顶。厂区内设有五处危废仓库和一处化学品仓库位于厂区东北侧, 废水处理站和事故应急池也位于厂区东北侧。具体见图 2-1。



图 2-1 项目厂区平面布置图

3 项目周边环境及自然状况

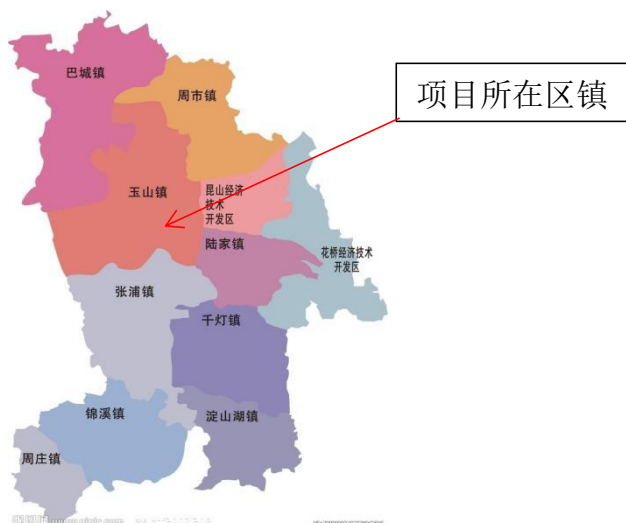
3.1 项目周边环境

项目地东和南为吴淞江，西临东龙路，路对面为历轩机械制造、森茂铝业、瑞泰物流设备等企业，北为普江仓储设备管理有限公司和工程质量检测中心。项目地周围 500 米范围内基本均为工业企业用地，未发现有任何住宅、公用设施、学校、医院等敏感目标；具体见图 2-2。



图 2-2 项目周边环境卫星图

3.2 自然状况



1. 区域位置

昆山市地处长江三角洲，位于江苏省东南端的太湖下游，东经 $120^{\circ}48'21''$ -- $120^{\circ}09'04''$ ，北纬 $31^{\circ}06'34''$ -- $31^{\circ}32'36''$ 。地处上海和苏州之间，四周与常熟、太仓、吴县、吴江和上海市的嘉定、青浦区相接，东距上海市 55km，西邻苏州市 37km，昆山市域面积 921.3 平方公里。人口 166.59 万。

2. 地形地貌

昆山市地势平坦，自然坡度较小，由西南微向东倾斜。地面高程 2.8—6 米(基准面：太仓塘零点)。可分为三种类型：①北部低洼圩区，地面高程一般在 3.2 米以下，易受洪涝威胁，地下水位较高，土壤渍害严重；②中部半高田地区，地势平坦，河港交错，地面高程多在 3.2—4 米之间；③南部湖荡地区，区内湖泊众多，陆地起伏较大，呈半岛状。地面高程在 4—6 米之间。昆山市区玉山镇西北侧有马鞍山，高程 80.8m，投影面积 0.159Km²，呈东西走向。

3. 气候条件

建设项目所在地位于长江流域，地处北回归线以北，属北亚热带南部季风气候区。季风明显，四季分明；冬冷夏热，春温多变，秋高气爽；雨热同季，降水充沛，光能充足，热量富裕；自然条件优越，气候资源丰富。年平均气温 15.5 度，极端最高气温 38.7 度(2003 年 8 月 1 日)，极端最低气温 -11.7 度(1977 年 1 月 31 日)；年平均降水量 1097.1mm，年最多降水量 1522.4mm(1991 年)，年最少降水量 667.1mm(1978 年)；年平均降水日数 126.8 天，年最多降水日数 150 天(1977

年),年最少降水日数 96 天(1998 年); 年平均日照时数 2085.9h,年平均无霜期 237 天, 初霜期 11 月 15 日, 终霜期 3 月 26 日, 年平均风速 3.1 m/s,秋冬季盛行东北风和西北风,春夏季盛行东南风。

4. 水文条件

昆山西承太湖来水,东泄长江入海,太湖渲泄主干河道——杨林塘、娄江横贯市境,南部河流经淀山湖、大盈浦入黄浦江,形成了“横塘纵浦”的水网格局。经过几百年的治水防洪,昆山市已形成以杨林塘为分水线的阳澄区和淀泖区两支水系。水系总的流向为自西向东。现有主要干支河流 55 条,总长 435.8 公里;湖泊 27 个,面积 13.28 万亩。全市水面积约占全市总面积的 23.1%。

昆山市境内河湖水位与太湖地区降水量的季节分配基本一致。4 月水位开始上涨,5~9 月进入汛期,此后随降水的减少而下降,1~3 月水位最低。最高水位 3.88 米(1954 年 7 月 23 日),最低度水位 1.94 米(1956 年 2 月 10 日),平均水位 2.52m,警戒水位 3.2m。

5. 地下水条件

昆山市基岩埋藏一般较深,第四系松散地层发育,因此区内地下水类型主要为松散岩类孔隙水,并具有多层分别规律。区内地下水含水层分为:潜水、微承压水、I 承压水、II 承压水及III承压水五个含水层组。

潜水层:因埋深较浅,水质污染较重,不宜作生活饮用水。

微承压水:一般顶板埋深 5~15m,其水质比较复杂,一般为微咸水。

I 承压水:一般埋深 30~100m,该层水质变化较大,一般为微咸水或淡水,单井涌水量在 1000m³/d~2000m³/d,最大可达 3000m³/d。

II 承压水:一般顶板埋深 140~170m,单井涌水量大于 2000m³/d,最大可达 3000m³/d,水质普遍较好。

III承压水:一般顶板埋深 170~190m,单井涌水量在 500m³/d 左右,局部可达 1000m³/d,水质较好。

6. 植被与生物多样性

人工植被主要以栽培作物为主,主要作物是水稻、三麦、油菜,蔬菜主要有叶菜、果菜、茎菜、根菜和花菜等五大类几十个品种;经济作物主要有棉花、桑和茶等。林木类有竹、松、梅、桑等,观赏型树种日渐增多,以琼花为珍;野生

药用植物有百余种，数并蒂莲为贵；野生动物品种繁多，其中阳澄湖大闸蟹驰名中外。目前，随着社会经济的发展，当地的生态环境已由农业生态向工业生态、城市生态逐步转化演变。

4 企业生产及污染防治情况

4.1 企业生产概况

项目产品方案见表 4-1 和 4-2。

表 4-1 产品方案

产品名称	年设计能力	年实际生产能力	年运行时数
高密度贯孔板(HDI)	175 万平方米	175 万平方米	7200h
背板(backpanel)	7 万平方米	7 万平方米	
卡板(line card)	30 万平方米	30 万平方米	
散热板(heatsink)	8 万平方米	8 万平方米	
厚铜板(heavy copper)	5 万平方米	5 万平方米	

表 4-2 各工艺设计加工能力

序号	产品生产环节		板面积（万 m²/a）	表面处理面积 （万 m²/a）	镀层均厚（um）
1	内层线路板制作		2682		铜 37.5
2	外层线路板制作		450		铜 37.5
3	表面 处理	OSP	137	15.755	膜： 0.2
4		喷锡	0	0	/
5		化锡	252	28.98	Sn： 1.0
6		化银	50	5.75	Ag： 0.20
7		电镍金	25	2.875	Ni： 3.81Au： 0.62
8		化镍金	70	8.05	Ni： 2.54Au： 0.125

4.2 企业设施布置

项目设备情况详见表 4-3。

表 4-3 主要生产设备

序号	使用工艺	设备名称	数量	单位
1	裁板	锯板机	8	台
		磨边机	7	台
		清洗机	8	台
		烘箱	7	台
2	冲孔	黑化	1	台
		磨钻咀机（MDP5）	3	台
		磨钻咀机（MDP10）	5	台
		激光钻机	11	台
		机械钻机	300	台
		钻机（两头）	2	台
		内层检查机	4	台
		等离子除胶机	20	台
		烤箱	15	台
3	沉铜	沉铜线	5	条
		去钻污线	3	条
		电镀线	8	条
		一次镀铜线	7	条
		二次镀铜线	7	条
		碱性蚀刻线	4	条
		烘干线	12	条
4	干膜	磨板机	4	台
		干膜前处理线	9	台
		自动贴膜机	15	套
		自动曝光机（平行光）	29	台
		显影蚀刻退膜机	5	台
5	阻焊及文字	前处理线	7	台
		静电喷涂线	3	条
		半自动丝印机	27	台
		隧道烘箱	9	条
		自动曝光机	10	台
		显影线	8	条
		半自动丝印机（文字）	32	套
		文字喷墨机	4	台
		UV 机	4	台
		层压 MASS LAM	2	台
		ITC	3	台
		研磨机	5	台

		立式烘箱	26	台
6	外形加工	打标机	5	台
		锣机	92	台
		冲床（60T/80T/110T）	6	台
		切槽机	3	台
7	电测试	飞针测试机	4	台
		通用测试机（自动	14	台
		通用测试机（4 密度自动）	3	台
		翘曲烘箱	1	台
		板翘反直机	13	台
		验孔机	5	台
		专用机	7	台
8	网房	机械式拉网机	3	台
		连体式网版曝光机	3	台
		涂布机	2	台
		多层网版烘箱	6	台
9	包装	真空包装机	5	台
10	内层干膜	CCD 打孔机（自动	4	台
		前处理	12	条
		湿膜涂布机	1	台
		自动贴膜机	18	台
		显影蚀刻线	12	条
		PE-冲孔机	9	台
		半自动曝光机	15	台
		自动曝光机	36	台
		自动光学扫描机	49	台
		光学检板机	52	台
11	棕化	棕化线	12	条
		薄铜线	2	条
12	层压	半固化片开料机	4	台
		压机	45	台
		热媒炉（电加热）	4	台
		热媒炉（天然气加热，柴油 备用）	5	台
		压机连接输送线	3	台
		X-RAY 冲孔机	11	台
		热熔机	1	台
		铆合机	14	台
13	表面处理	镍金后处理	2	条
		除胶线	2	条
		沉锡线前处理线	1	条
		沉锡线后处理线	1	条
		沉锡线	3	条

		化学镍金线	2	条
		电镀镍金线	3	条
		化银线	2	条
		防氧化线	2	条
		微蚀线	1	条
		水洗机	5	条
14	其他	空气压缩机	10	台
		冷却水塔	14	套
		纯水设备	10	套
		蒸汽锅炉（6t/h）	2	台
15	固废处理	微蚀废液回收铜处理线	2	条
		显影定影废液回收	2	条
		含金废液处理	3	条
		膜脱水干化	1	条

4.3 各设施生产工艺与污染防治情况

4.3.1 生产工艺流程

(1) 线路板生产工艺流程：

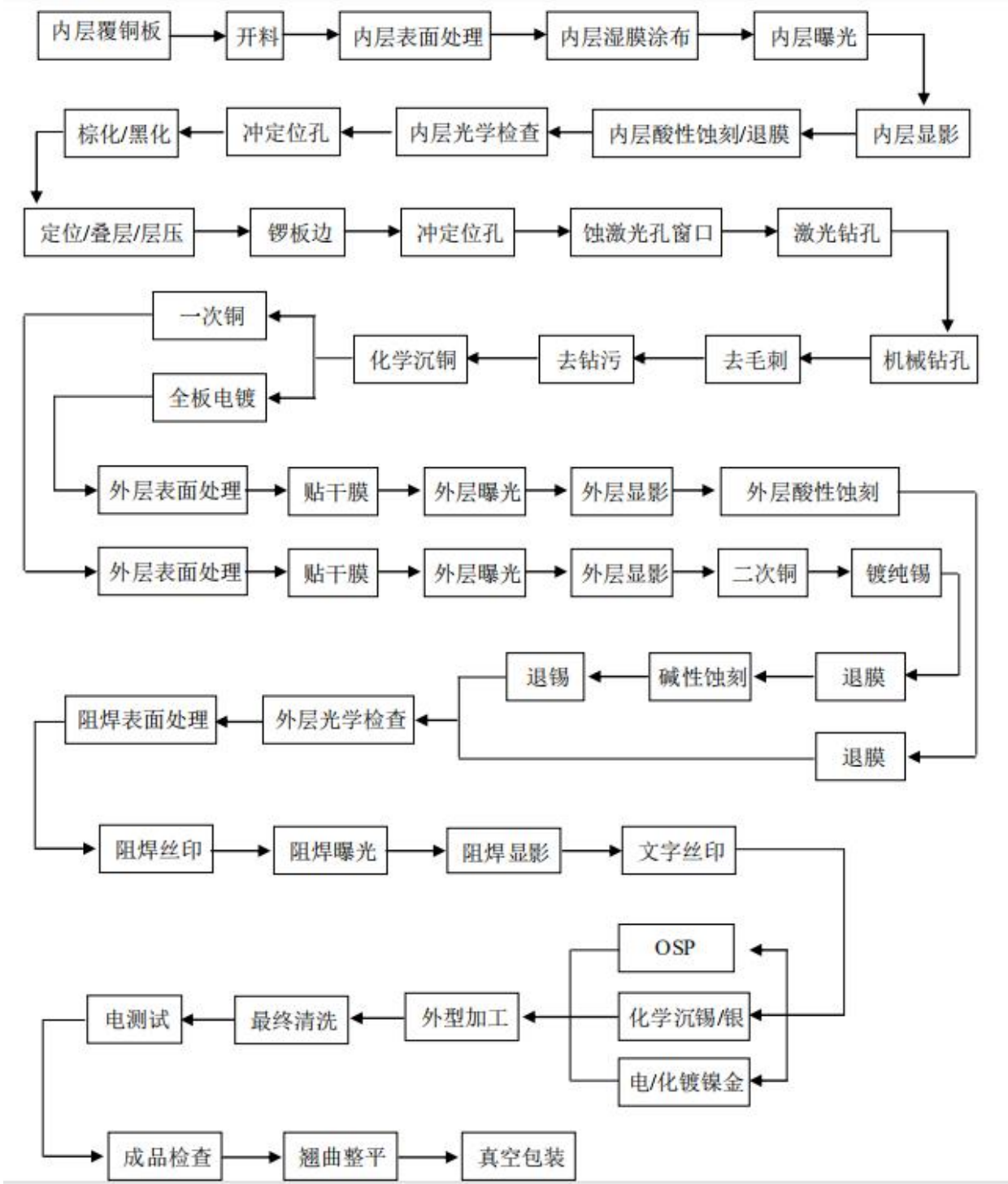


图 4-1 线路板生产工艺流程图

工艺流程简要说明：

（1）底片及网版制作：

底片制作：与一般照相相同、将所需的线路图像制成底片，供内层电路制作、外层电路制作及表面加工等工序使用。项目采用黑菲林作为母片，黄菲林作为复片。现采用激光在黑菲林绘制设计好的图像，之后绘制好图像的黑菲林，通过显影、定影等工序，将图像呈现出来。之后经过复片将黑菲林上的图像复制到黄菲林上，再通过显影工序，将图像呈现出来供生产车间使用。本工序产生底片显影、定影废液，经过电解回收银后并入含银废水 W6 处理系统进行处理（该工艺为新增的工艺）。黄菲林采用氨水显影，氨水滴在底片上，自然风干产生氨气 G8，后续无需水洗。原项目生产过程中产生显影、定影废液，由委托有资质单位进行回收处理，现该废液经过电解回收银后进入含银废水处理系统进行处理。

网版生产工艺：外购网框上涂上双组分胶后上网，自然干燥，将丝网固定在网框上，之后用纯水清洗丝网，电加热烘干水份；涂感光乳剂、曝光、显影：之后在丝网上涂上感光乳剂，经过曝光将底片上的图像转移至丝网上，后用纯水将未曝光的部分用纯水冲洗，图象得以显现出来（显影），之后烘干表面水份，经过检验合格后得到网版。

（2）裁板：将环氧铜箔基板按需要裁切成所需的尺寸，并将裁切好的覆铜板的四角磨圆以方便工艺上的加工。铜箔基板 CCL 是印刷线路板 PCB 最重要的基础材料。把结构紧密，强度高的玻纤布浸入树脂中，硬化得到绝缘隔热、不易弯曲的 PCB 基板，在表面覆铜得到铜箔基板。此过程会产生含尘废气 G1、铜箔基板废边角料 S1，以及磨边水洗废水 W4。刷磨废水经过过滤回收铜泥后循环使用。

（3）内层表面处理：

①除油：主要起除油作用。加入化学清洗剂进行除油。

②微蚀：微蚀的目的是为后续的化学沉铜提供一个微粗糙的活性铜表面，同时去除铜面残留的氧化物。为了达到理想的效果，微蚀深度，通常控制在 2 微米左右。用硫酸、硫代硫酸钠腐蚀线路板、粗化铜表面。

③水洗：项目多级水洗采用逆流水洗，在最后一个清洗槽添加新鲜水，第一段水洗槽排水。以下多级水洗也为逆流水洗。

此过程会产生硫酸雾废气 G2、一般低浓度含铜清洗废水 W1、其他含镍废水 W7-1。

原项目微蚀废液出售给外单位处理，重新报批项目对微蚀废液进行回收铜后并入一般低浓度含铜清洗废水 W1 进行处理。微蚀废液经专管收集，直接以批量批次进电解系统，电解工艺中的阴极区会逐渐形成阴极铜。电解过程会产生微量硫酸雾，密闭式电解装置产生的硫酸雾输送进入废气系统进行处理。不合格品返修。

（4）内层湿膜涂布、曝光、显影、蚀刻：

①湿膜涂布、烘板：对于高密度精细线路的制作通常采用液态光致抗蚀剂，它是由感光性树脂、配合感光剂、色料、填料及溶剂等成分组成，经光照射后产生聚合反应而得到线路图形。与干膜相比：湿膜的涂布厚度较薄（一般 0.3mil~0.4mil，而干膜厚一般为 1.2mil~1.5mil），湿膜与基板密贴性好，可消除划痕和凹坑引起的断路，物料成本低，同时不需要载体聚酯薄膜和起保护作用的聚乙烯保护膜，不需要处理后续废弃的薄膜。只是在烘板的过程中，湿膜中的溶剂等将会挥发出来 G3。

②曝光：曝光即在紫外光照射下，光引发剂吸收了光能分解成游离基，游离基再引发光聚合单体产生聚合交联反应，反应后形成不溶于稀碱溶液的高分子结构，将需要的图形复制在线路板上。

③显影：是干膜中未曝光部分的活性基团与稀碱溶液（1%Na₂CO₃）反应生成可溶性物质而溶解下来，留下已感光交联固化的图形部分。会产生有机浓液 L2 和显影废水 W2。

④酸性蚀刻：在印制板的制造过程中，用化学方法去除基材上无用导电材料（铜箔）形成电路图形的工艺，称为蚀刻。用 CuCl₂、HCl、H₂O₂ 溶液将铜箔基板上未覆盖湿膜之铜面全部溶解，仅剩被膜保护的铜。蚀刻过程将产生酸性蚀刻废液 L3、氯化氢废气 G4 及一般低浓度含铜清洗废水 W1。

⑤去膜：是应用 NaOH 溶液膨松剥除已显影部分的湿膜，露出处于湿膜保护下的线路图形的过程。该过程产生干膜渣 S2、去膜废水 W2、高浓有机废水 W9。

（5）棕化/黑化：

棕化工艺：

①除油：主要起除油作用。加入化学清洗剂进行除油。

②预浸：主要是表面预处理，并保护棕化液免受污染。会产生有机废液 L2、硫酸雾 G2。

③棕化：其目的是使内层线路板面上形成一层高抗撕裂强度的棕色氧化铜绒晶，以增加内层板与胶片在进行压合时的结合能力。

黑化工艺：

①除油：主要起除油作用。使用碱性除油剂去除板面上的油污，而对板面上的铜箔腐蚀甚小，故其清水中主要含有有机物以及碱，该工序所产生的废液是碱性除油溶液。其废液含有大量的有机物、碱及 Cu^{2+} 。

②预浸：主要是表面预处理，并保护棕化液免受污染。会产生高浓有机废水 L2、硫酸雾 G2。

③黑化：黑化目的是使内层线路板面上形成一层高抗撕裂强度的氧化铜绒晶，以增加内层板与胶片在进行压合时的结合能力。黑化剂主要成分为氢氧化钠、亚铝酸盐、炭酸钠。

（6）压合、钻孔：

①压合工艺是将经过内层线路、棕化处理后的基板两侧叠上半固化片（半固化片由玻璃纤维布和氧树脂等制成，当温度为 100°C 时可熔化，具有粘性和绝缘性），并在半固化片外铺上铜箔作外层。再将铜箔线路层和绝缘层按照线路板层数需要，热压在一起，其热压温度为 $200-220^{\circ}\text{C}$ ，压力 2.45MPa ，为时 2 个小时，再经冷压合处理。压合后形成的多层线路板再进行钻孔处理，一方面将内外层的导电层连通，或作为电子元器件的插孔，另一方面可作为内导电层的散热孔。钻孔时在线路板上面覆盖一层铝板，最下层有下纸基板、垫板保证钻孔面平整。

②钻标靶主要为下面工序钻孔定位；锣边是整齐压合后的板边。

③钻孔：钻孔多数采用机械钻孔，但随着密度互联技术的发展，所需要的孔径越来越小，采取激光等方式进行钻孔。

（7）化学沉铜、全板电镀：

化学沉铜使经钻孔后的非导体（除胶渣后通孔内有的地方是半固化片绝缘层）通孔壁上沉积一层密实牢固并具导电性的金属铜层，作为电镀铜加厚的底材，之后进行全板镀铜

①膨胀：膨松剂是一种高浓度的有机溶剂，其主要作用是溶解环氧树脂。该工序产生有机清洗水 W2， Cu^{2+} 含量甚微，膨松废液 L7 是一种高浓度的有机废液，其 COD 可达几万。

②除胶渣：钻孔时产生的高温可使玻纤布等固化片有机物的键断开氧化，胶渣（即氧化物）流淌在迭层中的导电层表面，必须去除，除胶渣原理是胶渣可溶于高锰酸钾（ KMnO_4 ）。除胶渣包括膨松、除胶、中和三个步骤。

③清洁调整：基板的表面脱脂与孔内壁表面调整同时进行，采用酸性调整剂使铜的表面氧化物、油污除去，促进表面对金属钯的吸附量，同时增加孔内壁润湿性。

④微蚀：微蚀的目的是为后续的化学沉铜提供一个微粗糙的活性铜表面，同时去除铜面残留的氧化物。为了达到理想的效果，微蚀深度通常控制在 1-2.5 微米左右。采用过硫酸钠/硫酸体系腐蚀线路板、粗化铜表面，即使用硫酸（2~4%）、过硫酸钠（80~120g/L）溶液轻微溶蚀铜箔基板表面以增加粗糙度，去除铜箔基板表面所带电荷，使在后续活化过程中与触媒有较佳密着性。操作温度在 $26\pm 4^\circ\text{C}$ ，操作时间为 1 分钟~2 分钟，当槽中 Cu^{2+} 达 25g/L 时更换槽液。

⑤预浸：为防止水带到随后的活化液中，防止贵重的活化液的浓度和 pH 值发生变化，通常在活化槽前先将生产板件浸入预浸液处理，预浸后生产板件直接进入活化槽中。因为大部分活化液是氯基的，所以预浸液也是氯基，这样不会对活化槽造成污染，即在低浓度（ Cl^- ：2.7~3.3N）的预浸催化液中进行处理，以防止对后续活化液的污染，预浸后线路板直接进入活化槽。操作温度在 $30\pm 4^\circ\text{C}$ ，操作时间为 1'~2'，当槽中 Cu^{2+} 达 2000ppm 以上时更换槽液。

⑥活化：活化的作用是在绝缘基体上吸附一层具有催化活动的金属钯颗粒，使经过活化的基体表面具有催化还原金属铜的能力从而使化学沉铜反应在整个催化处理过的基体表面顺利进行。活化的胶体钯微粒主要是通过粒子的布朗运动和异性电荷的相互吸附作用分别吸附在微蚀后产生的活性铜面上和经清洗调整处理后的孔壁的非导电基材上，活化槽是沉铜生产线上最贵重的一个槽。将 PCB 板浸于胶体钯的酸性溶液中（此处的胶体钯溶液主要成分为 SnCl_2 、 PdCl_2 ，在活化溶液内 Pd-Sn 呈胶体，其中 $\text{Cl}^- > 3.2\text{N}$ ， $\text{Pd}^{2+} 600\sim 1200\text{ppm}$ ），使触媒(钯)被还原沉积于基板通孔及表面上，作为化学铜沉积的底材。操作温度在 $28\pm 2^\circ\text{C}$ ，为

了保证活化液污染的最小化，操作时间为 5'~6'，当槽中 Cu^{2+} 达 1500ppm 以上时更换槽液，避免工件提出槽液后再重新浸入槽液。

⑦速化：在化学沉铜前除去一部分在钯周围包围着的碱式锡酸盐化合物，以使钯核完全露出来，增强胶体钯的活性，称这一处理为加速处理。Pd 胶体吸附后必须去除外表面的 Sn^- 、 Cl^- ，使 Pd^{2+} 暴露，才能在化学沉铜过程中产生催化作用形成化学铜层。

活化处理后的线路板内壁与铜表面吸附着 Pd-Sn 胶体，经加速剂处理后，胶体表面的碱式锡酸盐和 Sn^- 、 Cl^- 被去除，线路板内壁与铜表面的钯露出来呈金属状态。一般情况下，当加速液中的铜含量达到 800ppm 则需要及时更换，约一周更换槽液一次。操作温度在 $28\pm 2^\circ\text{C}$ ，操作时间为 3'~4'。

⑧化学沉铜：也叫化学镀铜，是一种催化氧化还原反应，因为化学沉铜铜层的机械性能较差，在经受冲击时易产生断裂，所以化学沉铜宜采用镀薄铜工艺。化学沉铜的机理如下：

将线路板浸入含氢氧化钠（8~10g/L）、甲醛（4~6g/L）、EDTA（0.115~0.135M，其中 Cu^{2+} ：1.8~2.2g/L）的溶液中，使线路板上覆上一层铜。操作温度在 $40\pm 2^\circ\text{C}$ ，操作时间为 21 分钟，翻槽频率为一周。

⑨电镀铜加厚：电镀铜是以铜球作阳极， CuSO_4 （65~75g/L，其中 Cu^{2+} ：12~17g/L）和 H_2SO_4 （240~270g/L）作电解液，还有微量 HCl（40~60ppm）和添加剂（1-4mL/L）。电镀不仅使通孔内的铜层加厚，同时也可使热压在外表面的铜箔加厚。操作温度在 $24\pm 2^\circ\text{C}$ ，槽液不作更换，当生产面积超过 180 万平方英尺或使用时间达半年时将槽液送入硫酸铜处理区用活性炭吸附杂质，其余溶液继续回用到产线上。

⑩剥挂架：采用两种方式，用 20% 的硝酸将电镀过程中镀析在电镀夹具上的金属铜予以剥除，以免影响电镀效率。还有一种方式采用 70% 的硫酸和双氧水将电镀过程中镀析在电镀夹具上的金属铜予以剥除。

电镀铜槽液回收：电镀铜槽液成份为硫酸铜，浓度在 10g/l 以上，并入微蚀废液进行电解回收铜处理。之后采用 70% 的硫酸将电镀铜槽进行烧槽，溶解槽内结晶和其他杂质，烧槽液重复利用于烧槽工艺，几次烧槽后待浓度高于 10g/l 以上时汇入微蚀刻废液进行电解回收。电镀铜槽液进入电解处理设施将铜电解出，

电解后的尾液浓度在 500mg/l 以下，排入废水处理站处理。既具备较高的经济效益，也减少了废水中重金属的处理。

化学铜槽液回收：先将槽液放出并入高浓度含铜络合废水 W3 进行处理。之后采用 70%的硫酸将化学铜槽进行烧槽，烧槽及清洗废水并入高浓度含铜络合废水 W3 进行处理。由于化学铜槽液的成分为络合铜，铜离子浓度在 2g/l 左右，不具有回收的经济效益，不会对废水处理装置产生冲击负荷，故并入络合废水进行处理。该过程会产生硫酸雾废气 G2、一般水洗废水 W1、有机清洗废水 W2、络合废水 W3、高浓有机废水 W9、蓬松废液 L7、化学铜废液 L15。微蚀废液电解回收，和 3.3.4 中工艺流程一致，下同。

（8）外层线路印刷：

①外层刷磨：铜箔表面清洁，该过程产生低浓度废水和铜泥，产生刷磨废水经过过滤回收铜后全部回用。

②压膜：压膜采用干膜，干膜又称光致抗蚀剂，是由聚酯薄膜、光致抗蚀剂薄膜和聚乙烯保护膜三部分组成。聚酯薄膜是支撑感光胶层的载体，使之涂布成膜。聚乙烯保护膜是覆盖在感光胶层上的保护膜，防止灰尘等污物粘污干膜。在压膜前先剥去这层保护膜。光致抗蚀剂薄膜是干膜的主体，为感光材料。压膜是以适当的温度及压力将干膜密合贴附在上面。

该过程会产生硫酸雾废气 G2、显影废水 W2、刷磨废水 W4、高浓有机废水 W9、铜泥 S8。微蚀废液电解回收产生一般低浓度含铜清洗废水 W1 和硫酸雾废气 G2。

（9）二次镀铜、镀纯锡、碱性蚀刻：

①二次镀铜：在线路图上电镀一层薄薄的铜层。

②镀纯锡：在线路板表面镀锡保护层，以便在“蚀刻”工序中起保护电路的作用。

③去膜：使用剥膜药品（含氢氧化钠）和碳酸钠水溶液去除线路铜上硬化的干膜或油墨，使线路铜裸露出来。

④碱性蚀刻：用碱蚀刻液（含氨水、氯化铵、氯化铜）对铜进行蚀刻，将板面多余的铜咬蚀除掉。不合格品返修。

⑤钝化：钝化的作用是将 PTH 化学铜沉铜的催化剂钯，在蚀刻时通过钝化

药水把板子上不贯孔孔壁上残留的钯去掉，防止板子在化学镍金时不贯孔上沉上金。PC-512 钯钝化剂（不含铬）重金属捕捉剂对金属钯具有独特的亲和力，能形成稳定的配位化合物，在低酸当量环境下，将不贯孔孔壁上残留的钯除去。

⑥剥锡：用药品（硝酸）将板面上的锡剥掉。该过程会产生硫酸雾废气 G2、氮氧化物 G6、氨气 G8、一般低浓度含铜水洗废水 W1、去膜废水 W2、络合废水 W3、综合废水 W5、高浓有机废水 W9、微蚀废液 L1、干膜渣 S2、碱性蚀刻浓液 L11、剥漆废液 L12，其他含镍废水 W7-1（碱性蚀刻从基板表面侵蚀下的镍带入钝化槽累计到 30 天后排放）。

（10）外层酸性蚀刻：

①外层蚀刻：该段工艺主要是通过显影将未曝光部分干膜完全剥除，将要蚀除的铜暴露在酸性蚀刻液内。经过蚀刻，将整体线路的表面线路呈现出来。

②去膜：利用干膜溶于强碱的特性，用 NaOH 溶液将基板上已显影部分的干膜去除。

该过程会产生 HCl 废气 G4、一般低浓度含铜清洗废水 W1、去膜废水 W2、其他含镍废水 W7-1，干膜渣 S2、高浓有机废水 W9、酸性蚀刻浓液 L3。

（11）液态阻焊：

①抗焊前刷磨：通常先用刷磨、水洗等方法将线路板铜面做适当的粗化清洁处理，刷磨废水经过过滤回收铜泥后循环使用。

②抗焊印刷：目的是在线路板表面不需焊接的部分导体上批覆永久性的树脂皮膜（称之为防焊油膜），使在下游组装焊接时，焊锡只局部沾锡，后续焊接与清洗制程中保护板面不受污染，保护线路避免氧化和焊接短路。

用丝网印刷的方式将防焊油墨批覆在板面上，然后送入紫外线曝光机中曝光，油墨在底片透光区域（焊接端点以外部分）受紫外线照射后产生聚合反应（该区域的油墨在稍后的显影步骤中将被保留下来），以碳酸钠水溶液将涂膜上未受光照的区域显影去除，最后加以高温烘烤使油墨中的树脂完全硬化。液态阻焊过程产生有机废气 G3、显影废水 W2、刷磨废水 W4、高浓有机废水 W9、铜泥 S8。

（12）文字印刷：

在阻焊层上另外有一层丝网印刷面，将客户所需的文字、商标或零件符号，以丝网印刷的方式印在板面上。丝网印刷是指在已有图案的网布上用刮刀刮挤压

出油墨将要转移的图案，转移到板面上，再以电加热完成固化。液态阻焊过程产生有机废气 G3、废油墨 S6。

(13) OSP 线

①脱脂：主要起除油作用，采用酸性化学清洗剂进行除油，主要成分为 3-5% 的稀硫酸。

②OSP 线：抗氧化（OSP）是“咪唑”之类的化学品，在清洁的铜表面上，形成一层具保护性的有机物铜皮膜。一则可保护铜面不再受到外界的影响而生锈；二则其皮膜在焊接前又可被稀酸或助焊剂所迅速除去，而令裸铜面瞬间仍能展现良好的焊锡性。重新报批项目防氧化剂的主要成分为≤10%的咪唑、≤10%有机酸（醋酸）、≤10%铜盐（ $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ）。

由于覆铜板表面含镍，微蚀和抗氧化槽内浸蚀进入槽液，造成镍在槽液内积累，在微蚀和抗氧化槽定期保养会有含镍废水产生。该过程会产生 HCl 废气 G4、一般低浓度含铜水洗废水 W1、去膜废水 W2、干膜渣 S2、含镍废水 W7-1。

(14) 化学沉银

化学沉银层其本质也是浸银，铜的标准电极电位 $\Psi^0\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}=0.51\text{V}$ ，银的标准电极电位 $\Psi^0\text{Ag}^+/\text{Ag}=0.799\text{V}$ ，故而铜可以置换溶液中的银离子而在铜表面生成沉积银层。

①除油：主要起除油作用。加入化学清洗剂进行除油。

②预浸：防止板面上的污染物带入化银槽，同时充分浸润铜表面以利后续银层的沉积。

③化学沉银：也叫化学镀银，镀银层既可以锡焊又可“邦定”（压焊），因此受到普遍重视。化学镀银层其本质也是浸银，铜的标准电极电位 $\Psi^0\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}=0.51\text{V}$ ，银的标准电极电位 $\Psi^0\text{Ag}^+/\text{Ag}=0.799\text{V}$ ，故而铜可以置换溶液中的银离子而在铜表面生成沉积银层。槽中螯合剂：0.05N~0.08N， $\text{Ag}+0.9\text{g/L}\sim 0.9\text{g/L}$ ，操作温度 43~47℃，时间控制在 60~90 秒。

化学沉银槽中废液由槽旁设置的回收设备定期回收回用于化银工序，后接二级漂洗槽，清洗水中含有较高浓度银，连续溢流时经过树脂吸附设备使银得以回收，经过树脂吸附回收银后的含银废水进入废水处理站处理。

该过程会产生硫酸雾废气 G2、硝酸雾废气 G6、一般低浓度含铜水洗废水

W1、含银废水 W6、含镍废水 W7-1、高浓有机废水 W9、含银废液 L6。

(15) 化学沉锡

①酸洗：是为了除去 PCB 表面的油脂和有机物。

②沉锡：沉锡工艺是基于金属铜和溶液中的锡离子的置换反应。

通常 Sn 是不能置换 Cu 而在铜表面上沉积下来的，加入硫脲（ $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ ）后能改变它们的化学位，使该置换反应能进行。铜溶解而锡沉积，在铜和锡的分界处形成一个合金层，由两种锡铜合金组成。

③热水洗：为了清洗和清洁 PCB，在沉锡后热水洗是必需的。有一部分沉锡药水的成分只能溶于热水。

该过程会产生硫酸雾废气 G2、一般低浓度含铜清洗废水 W1、含锡废水 W5、高浓有机废水 W9。

(16) 化镀镍金

化学沉镍/金：在线路板的焊垫部分用化学方法先沉积上一层镍后再沉积一层金，目的是提高耐磨性，减低接触电阻，有利于电子元器件的焊接。由于铜表面直接镀金会因铜金界面扩散形成疏松态，在空气中形成铜盐而影响可靠性，先镀一层镍后能有效阻止铜金互为扩散。

根据产品的需要，一般大约每块板有 8-15% 的表面需要通过还原剂将镍、金还原沉积在工件表面。镍槽温度在 $80\pm 2^\circ\text{C}$ ，pH 值 4.4-4.6，镍含量 4.5-5.0g/L；金槽温度在 $88\pm 3^\circ\text{C}$ ，金含量 0.4-1.0g/L，故项目化金工艺采用的是微氰镀金工艺，详细工艺流程叙述如下：

①预处理：进料首先采用酸性清洁剂进行表面清洁，去除铜面氧化物。经水洗后，采用硫酸、过硫酸钠微蚀铜表面。经过硫酸酸洗、预浸，利用钯活化液活化铜表面后，进行化学镀镍和化学镀金。

②化学镀镍：在以次磷酸钠为还原剂的化学镀镍溶液中，次磷酸根离子 H_2PO_2^- 在有催化剂（如 Pd、Fe）存在时，会释放出具有很强活性的原子氢。

化学镀镍槽中废液由回收设备定期回收，经过二级漂洗槽，清洗水中含有较高浓度的镍，连续溢流时经过树脂吸附设备使镍得以回收，排放出的含镍废水经过车间处理达标后再回收利用。

③烧槽工艺：

烧槽前先将槽液转移至周转桶内，之后采用 45% 的硝酸进行烧槽，约 5 天烧槽一次。化学镍烧槽的硝酸溶液不重复利用，经实际试验，如重复使用，生产板出现不贯孔沾金，槽子有自反应现象，对产品质量有影响。

④化学镀金机理：化学镀金又称浸金、置换金。它直接沉积在化学镍的基体上。

化学镀金槽中废液由电解回收设备定期回收，回收得到的金属出售，之后接二级漂洗槽，清洗水中含有较高浓度金以及置换出来的镍，连续溢流时经过树脂吸附设备使金和镍得以回收，吸附树脂委托有资质单位进行回收处理，排放出的含氰废水单独处理回用。不合格品返修。

该过程会产生硫酸雾废气 G2、含氰废气 G9、一般低浓度含铜水洗废水 W1、含镍废水 W7、含氰废水 W8、高浓有机废水 W9、含镍废液 L8、废离子交换树脂 S12、含金废液 L9。

（17）电镀镍金

电镀镍金是以电镀的方式析出镍金在电路板上，它的厚度控制较具弹性，一般金的硬度在 100Knoop 以下，称为软金。其品质要求较硬金更为严格。镀金过程中氰化物镀液稳定，目前在电镀业界还未有更好的成熟技术取代含氰电镀。

a 镀镍：镀镍层主要作为铜层和金层之间的阻隔层，防止金铜互相扩散，影响线路板的可焊性和使用寿命；同时有镍层打底也大大增加了金层的机械强度。

操作条件：镍缸温度维持在 $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，pH 值维持在 3-4 内，操作时间 33 分钟以内，镀层厚度为 $1.27\text{-}7.62\mu\text{m}$ 。

阳极：可溶性阳极镍块用钛篮装住；氨基磺酸镍：提供镍离子；

镍柔软剂：镍阳极在通电过程中极易钝化，为了保证阳极的正常溶解，在镀液中加入一定量的阳极活化剂。通过试验发现，氯离子是最好的镍阳极活化剂，在含有氯化镍的镀镍液中，氯化镍除了作为主盐和导电盐外，还起到了阳极活化剂的作用；

硼酸：硼酸用来作为缓冲剂，使镀镍液的 pH 值维持在一定的范围内，同时还可以提高阴极极化改善镀层性能。

b、镀金：金作为一种贵金属，具有良好的可焊性，抗氧化性，抗蚀性，接触电阻小，合金耐磨性好等等优良特点。重新报批项目采用柠檬酸金槽浴，镀液

主要成分为氰化亚金钾，无其他氰源，是一种微氰镀金工艺。为节约投资防止金耗，阳极采用不溶性的白金钛网，此种阳极有良好的导电性和较高的化学和电化学稳定性，与阴极、镀液组成电解池闭合回路，传导电流。

项目镀金工艺采用的为微氰电镀工艺，其镀液组分及操作情况为：操作温度 40℃，操作时间：5min，pH：4 左右；氰化亚金钾 2-6g/L、柠檬酸 6 g/L 以及少量络合剂 0.5g/L。镀层厚度为 0.25-2.03μm。

镀金槽中废液由回收设备定期回收，经过二级漂洗槽，清洗水中含有较高浓度金，连续溢流时经过树脂吸附设备使金得以回收，排放出的含氰废水单独处理回用。

该过程产生硫酸雾废气 G2、HCl 废气 G4、含氰废气 G9、一般低浓度含铜水洗废水 W1、含镍废水 W7、含氰废水 W8、废离子交换树脂 S12。

（18）成型、电气测试/成品检查：

①成型切割：将电路板以 CNC 成型机或模具冲床切割成客户所需的外型尺寸，切割时用插梢透过先前钻出的定位孔，将电路板固定于床台或模具上成型。对于多连片成型的电路都须要做 V-CUT，做折断线以方便客户插件后分割拆解，最后再将电路板上的粉屑及表面的离子污染物通过一系列清洗环节洗净，产生的刷磨废水经过过滤回收铜泥后循环使用。

②电气测试/成品检查：检出不良品；确保成品功能性正常，成品外观检查，修补制程中造成的外观缺陷。

该过程会产生粉尘废气 G1、刷磨废水 W4、废边角料 S1。

（19）膜渣干化工艺流程

生产线出来的膜渣含水量约 80%，产生量为 1400t/a,呈碱性，PH 值 11~12，经过干化后，含水量可降低到 30%，重量减轻到 400t/a。

工艺流程：

生产线产生的膜渣含水率较高，经过桶槽运输至 4#厂房进行膜渣干化，

桶槽运输至处理区后经过自动提升机倒入搅拌槽内进行酸化，酸化时添加硫酸调整膜渣 PH 值至 6.5~8，此时膜渣和水分离，进入离心脱水机进行脱水，废水并入含高铜废水 W3 处理，脱水后的膜渣进入烘干机内进行烘干，烘干温度约 80℃以上，采用蒸汽间接加热。

该过程产生硫酸雾废气 G2、废水 W3，膜渣干化后再委托有资质单位处理。

表 4-4 产废一览表

分类	代号	内容	产生工序
废水 (W)	W1	水洗废水	微蚀、酸洗、蚀铜、活化、镀铜等工序使用盐酸或硫酸产生的清洗废水
	W2	有机清洗废水	膨胀、氧化、显影、退膜等后清洗废水
	W3	络合废水	化学镀铜后清洗水，含 EDTA、甲醛、膜渣干化等
	W4	刷磨废水	铜板刷磨产生的废水
	W5	综合废水	主要来自黑化、镀锡、除油工序，COD 浓度较高，区别于一般清洗废水
	W6	含银废水	来源于化银工序，含一类污染物银
	W7	含镍废水	来源于镀镍工序，含一类污染物镍
	W7-1	含镍废水	来源于非镀镍工序，主要来自碱性蚀刻退锡钝化槽，OSP 线酸洗、微蚀刻、OSP 槽前处理微蚀槽、酸洗槽，化学镍金、电镀镍金微蚀槽、酸洗槽、除油槽的覆铜板内含镍带入及镀镍工序镍的带入
	W8	含氰废水	镀镍金后清洗水，含氰化物。
	W9	高浓有机废水	显影、去膜、棕化、膨胀、清洁调整、抗氧化等工序
废气 (G)	G1	粉尘	裁切磨边、钻孔、废料粉碎回收铜粉等产生
	G2	硫酸雾	硫酸酸洗、除油、微蚀，微蚀废液、棕化废液回收铜、膜渣干化等工序产生
	G3	有机废气	烘箱、等离子除胶机、烤箱、丝网印刷、涂布、压机等设备
	G4	氯化氢	酸性蚀刻
	G5	甲醛废气	化学沉铜
	G6	NOX	化银、剥挂架等
	G8	氨气	碱性蚀刻
	G9	含氰废气	镀镍金
	G10	NO2、TSP、SO2	锅炉和热媒炉

固废 (S)	S1	边角料、废线路板	裁切、磨边处理、钻孔、成型切割等
	S2	干膜渣	去膜工序
	S3	废半固化片	铆合
	S4	废牛皮纸、纸底板	叠合、钻孔
	S5	废铝板	钻孔
	S6	废油墨	文字印刷
	S7	废感光材料	使用底片工序
	S8	铜粉	刷磨
	S12	含金树脂	镍金电镀液回收
	S13	含镍树脂	含镍废水处理
废液 (L)	L3	酸性蚀刻废液	酸性蚀刻
	L6	含银废液	镀银挂件退镀等
	L8	含镍废液	镀镍挂件退镀等
	L9	含金废液	镀金挂件退镀等
	L11	碱性蚀刻废液	碱性蚀刻
	L12	剥锡废液	剥锡

4.3 主要污染物产生及治理措施

(1) 废水

项目废水分为一般低浓度含铜水洗废水、有机废水、高浓度含铜络合废水、高浓有机废水、含镍废水、含银废水、生活污水等。根据各类废水特点，进行分类处理。刷磨废水经砂滤炭滤+精密过滤后全部回用于刷磨工艺水洗水，含镍废水混凝沉淀+树脂塔吸附后车间达标排放后和一般含铜清洗废水进行混合，经过预处理后再经深度处理满足要求后回用于镀铜、镀镍清洗用水。含氰废水树脂塔吸附处理后全部回用于镀金工艺清洗水。通过实施以上清洁生产措施，可有效减少生产废水排放量。

项目生产废水 15095t/d，生产废水中水回用量为 8132.2t/d，中水回用率为 53.9%，生产废水排放量为 6962t/d。沪士电子废水处理站是按照全厂投产后的废水量进行设计的，搬迁项目一期工程已验收，废水能够稳定达标排放。重新报批项目投产后对现有废水收集系统、废水处理工艺流程和中水回用设施等进行技术改造，废水能够实现稳定达到接管标准要求，全厂中水回用率为 53.9%，生产废水排放量为 6962t/d。全厂重复用水率为 70.8%。根据《市政府办公室关于印发 2018-2019 工业企业工业废水和生活污水接管工作的通知》（昆政办发 201879 号文），沪士电子工业废水将于近期内接管。

项目生活污水 624t/d 接入市政污水管网。

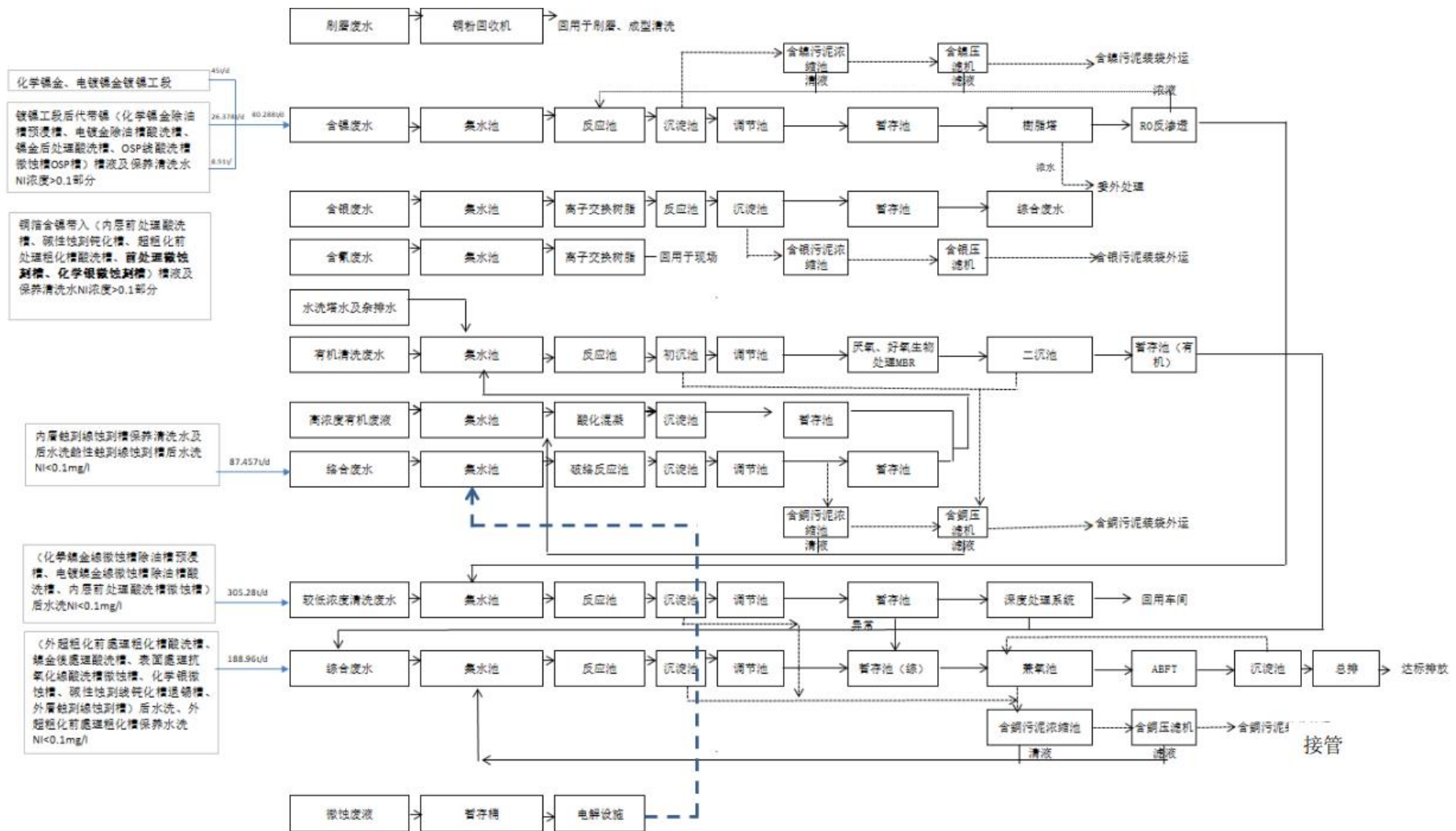


图 4-2 全厂废水处理工艺流程图

表 4-5 废水处理工艺一览表

编号	废水类型	废水量 (t/d)	治理措施
W1	一般低浓度含铜水洗废水	1092162/3640.54	混凝沉淀+深度处理后部分回用，浓水去综合废水调匀池，综合废水调匀池废水再经过混凝沉淀后进行生化处理后达标后接管
W2	有机废水	1011702/3372.34	生化处理+化学氧化后进入综合调匀池进行后续处理
W9	高浓有机废水	8400/28	酸化+混凝沉淀+生化处理+化学氧化后进入综合调匀池进行后续处理
W3	高浓度含铜络合废水	233155/777.18	破络+混凝沉淀+化学氧化后进入综合调匀池进行后续处理
W4	刷磨废水	960300/3201	袋滤后全部回用
W5	综合废水	1089045/3630.15	进入综合调匀池经过混凝沉淀后进行生化处理后达标后接管
W6	含银废水	14400/48	离子交换+混凝沉淀处理 Ag+车间排放口达标后进入综合调匀池处理
W7	电镀镍、化镍含镍废水	13500/45	混凝沉淀+树脂塔吸附后与 W1 混合进行深度处理回用，浓水排入综合废水处理处 理，树脂塔浓液委外处理
W7-1	其他工段含镍废水	10586/35.28	
W8	含氰废水	15000/50	树脂塔吸附处理后全部回用
W10-12	杂排水	5400/18	进入综合废水调匀池经过混凝沉淀后进行生化处理后达标接管
—	生活污水	227760/624	接入市政污水管网

(2) 废气

项目有组织废气包括线路板生产过程排放的工艺废气，包括酸性废气、碱性废气、有机废气以及含尘废气；热媒炉燃料燃烧废气以及备用锅炉燃料燃烧废气。各类废气处理工艺如下：

酸性废气：经过碱性溶液洗涤塔处理经过排气筒外排，各洗涤塔内装有拉西

环塑料填料，以保证充分的气液交换，洗涤溶液 PH 值采用 PH 计进行自动控制，控制 PH 在 9.5~11，其中 NO_x 采用两级洗涤塔串联洗涤，Cl₂ 采用铁水吸收+碱性溶液洗涤塔处理，经过上述方法处理后酸性废气的去除率可以达到 90%以上，Cl₂ 去除率可以达到 99%以上；

碱性废气：经过酸性溶液洗涤塔处理经过排气筒外排，洗涤溶液 PH 值采用 PH 计进行自动控制，控制 PH 在 4~6，碱性废气去除率可以达到 90%以上；

有机废气：有机废气经过光触媒处理塔/活性炭吸附塔处理后经过排气筒外排，活性炭吸附处理或光触媒处理的去除率可以达到 90%以上；含尘废气：经过布袋除尘器处理后经过排气筒外排，采用高级过滤布除尘方式，去除率可以达到 95%，卸下的料采用塑料袋包装作固废处理。

热媒炉燃料燃烧废气以及备用锅炉燃料燃烧废气：分别经过 1 个 23m 高排气筒直接排放。

表 4-6 废气产生及排放情况一览表

序号	排放口名称	污染物种类	处理方式	来源	总排气量 m ³ /h	备注
1	FQ-00621-1	H ₂ SO ₄ 、NO _x 、HCl	9 个碱洗塔+25m 排气筒，其中 NO _x 为两级水洗塔	二次镀铜线、碱性蚀刻、化学镍金线、电镀镍金线	228080	1#厂房楼顶
2	FQ-00621-2	VOCs	1 套活性炭塔后+25m 排气筒	开料烘箱，钻孔等离子除胶机、烤箱	21800	
3	FQ-00621-3	NH ₃	1 套酸洗塔+25m 排气筒	阻焊及文字显影线	21520	
4	FQ-00621-4	VOCs	经过活 4 套性炭塔+1 套光触媒塔并联处理后统一经过 1 个 25m 排气筒，喷淋塔保养备用	阻焊及文字静电喷涂、阻焊及文字-隧道烤箱、立式短烤	103260	
5	FQ-00621-5	H ₂ SO ₄ 、HCl	4 套碱洗塔+25m 排气筒	薄铜线、黑化线、阻焊及文字前处理、沉铜去钻污线、电镀线、沉锡线	42660	
6	FQ-00621-6	NH ₃	1 套酸洗塔+25m 排气筒	内层酸性蚀刻、干膜酸性蚀刻线、表面处理除胶线、显	29860	

				影	
7	FQ-00621-7	H ₂ SO ₄ 、HCl	2 套碱洗塔+25m 排气筒	DF 蚀刻线、DF 前处理、棕化线、棕化洗垫子机、DI 蚀刻线、DI 前处理、PD 前处理、PH 前处理、PH 研磨机	68100
8	FQ-00621-8	VOCs	黑化烤箱经过 1 套光触媒,其他废气分别经过活性炭塔 (3 套并联)处理后统一经过 1 个 25m 排气筒,喷淋塔保养备用	开料烘箱,钻孔等离子除胶机、烤箱	33260
9	FQ-00621-9	H ₂ SO ₄ 、甲醛	8 套碱洗塔+25m 排气筒	电镀线、沉铜线、一次镀铜线、烘干线、剥挂架	228485
10	FQ-00621-10	VOCs	1 套活性炭塔+25m 排气筒,喷淋塔保养备用	电测翘曲烤箱	23800
11	FQ-00621-11	H ₂ SO ₄ 、HCl、氨气	1 套水洗塔+25m 排气筒	楼顶药水区	12000
12	FQ-00621-12	H ₂ SO ₄	2 套碱洗塔+25m 排气筒	二次铜线尾部抽风	26420
13	FQ-00621-13	H ₂ SO ₄	2 套碱洗塔+25m 排气筒	一次铜线及电镀线尾部抽风	25400
14	FQ-00621-14	H ₂ SO ₄	2 套碱洗塔+25m 排气筒	沉铜线尾部抽风	22975
15	FQ-00621-15	HCN	1 套水洗塔+25m 排气筒	化学镍金线	6519
16	FQ-00621-16	H ₂ SO ₄	1 套碱洗塔+25m 排气筒	沉铜线	47130
17	FQ-00621-17	粉尘	1 套布袋除尘器+25m 排气筒	钻孔等	36970
18	FQ-00621-18	粉尘	1 套布袋除尘器+25m 排气筒	钻孔等	7100

19	FQ-00621-19	粉尘	1 套布袋除尘器 +25m 排气筒	钻孔等	26530	2#厂 房楼 顶
20	FQ-00621-20	烟尘、 SO ₂ 、NO _x	1 个 23m 排气筒	锅炉	5219	
21	FQ-00621-21	H ₂ SO ₄ 、 HCl	4 套碱洗塔+25m 排 气筒	电镀线、干膜蚀刻线、干膜 前处理、内层干膜前处理	116000	
22	FQ-00621-22	VOCs	1 套光触媒处理塔 +25m 排气筒，喷淋 塔保养备用	阻焊及文字隧道烤箱、内层 干膜湿布涂布机	17340	
23	FQ-00621-23	NH ₃	1 套酸洗塔+25m 排气筒	内层干膜蚀刻线、工程部制 造版表面处理除胶线	34140	
24	FQ-00621-24	H ₂ SO ₄	2 套碱洗塔+25m 排 气筒	表面处理沉锡、电镀镍金、 镀金后处理	39390	
25	FQ-00621-25	HCN、 H ₂ SO ₄	3 套碱洗塔+25m 排 气筒	化学镍金线、电镀线	24950	
26	FQ-00621-26	H ₂ SO ₄ 、甲 醛	2 套碱洗塔+25m 排 气筒	一次铜线、沉铜线、烘干线	55640	
27	FQ-00621-27	NO _x 、 H ₂ SO ₄	4 套碱洗塔+25m 排 气筒其中 NO _x 为两 级水洗塔	一次铜线、沉铜线、镍金线	58950	
28	FQ-00621-28	H ₂ SO ₄	2 套碱洗塔+25m 排 气筒	二次铜线	20830	
29	FQ-00621-29	H ₂ SO ₄ 、 HCl	3 套碱洗塔+25m 排 气筒	二次铜线、酸性蚀刻线、黑 化线、棕化线、内层干膜蚀 刻、阻焊文字前处理	167354	
30	FQ-00621-30	NH ₃	1 套酸洗塔+25m 排 气筒	干膜蚀刻线碱性段、显影 线、碱性蚀刻线碱性段	41520	
31	FQ-00621-31	VOCs	1 套活性炭塔/旋风 塔+25m 排气筒，喷 淋塔保养备用	阻焊文字静电喷涂、内层干 膜贴膜机、层压压机	21980	
32	FQ-00621-32	VOCs	2 套光触媒处理塔 +25m 排气筒，喷淋 塔保养备用	阻焊文字隧道烤箱、立式烤 箱、UV 机	92830	
33	FQ-00621-33	H ₂ SO ₄ 、	1 套碱洗塔+25m 排	4F 药水区	66574	

		HCl	气筒			
34	FQ-00621-34	H ₂ SO ₄	2 套碱洗塔+25m 排气筒	二次铜线	111800	
35	FQ-00621-35	H ₂ SO ₄	1 套碱洗塔+25m 排气筒	沉铜线	55640	
36	FQ-00621-36	H ₂ SO ₄	1 套碱洗塔+25m 排气筒	电镀线	55255	
37	FQ-00621-37	H ₂ SO ₄	3 套碱洗塔+25m 排气筒	电镀线	166622	
38	FQ-00621-38	粉尘	1 套布袋除尘器+25m 排气筒	钻孔等	48614	
39	FQ-00621-39	粉尘	1 套布袋除尘器+25m 排气筒	钻孔等	10650	
40	FQ-00621-40	粉尘	1 套布袋除尘器+25m 排气筒	钻孔等	11132	
41	FQ-00621-41	H ₂ SO ₄ 、HCl	1 碱洗塔+15m 排气筒	1F 药水区	12300	4#厂房及 废处 理站
42	FQ-00621-42	H ₂ SO ₄ 、HCl	1 套碱洗塔+15m 排气筒	3F 药水区、废水处理站、微蚀刻废液	20608	
43	FQ-00621-44	H ₂ SO ₄ 、HCl	1 碱洗塔+15m 排气筒	危废仓库、胶渣烘干	20000	
44	FQ-00621-45	烟尘、SO ₂ 、NO _x	23m 排气筒	锅炉房	5000	

(3) 固废

企业危险废物收集、贮存、运输、处置过程严格做好防渗、防雨、防漏措施。企业在厂区内设置了 5 个危废暂存场所，占地面积 3935m²。危险废物处理处置方式可行，不会造成对环境的二次污染，具体见表 4-7

表 4-7 全厂固体废物产生及处置方式

序号	固废种类及编号	产生环节	危废编号	危险废物代码	产生量(t/a)	处置利用措施
1	边角料	裁板、钻孔、外形加工等	HW49	900-045-49	1600	委托昆山市鑫盛再生物资回收有限公司/昆山惠盛环保实业有限公司回收处理
2	废铜箔	裁板、分条	—	—	18	

3	报废板	测试检验	HW49	900-045-49	500	外售处理
4	废铜泥	铜箔等表面刷磨	—	—	20	
5	集尘器粉屑	集尘器	HW13	900-451-13	500	
6	废牛皮纸	叠合	—	—	430	
7	废铝片	钻孔	—	—	30	
8	酸性蚀刻废液	内层外层蚀刻处理	HW22	397-004-22	10000	委托昆山市三废净化有限公司/阮氏化工（常熟）有限公司回收处置
9	碱性蚀刻	外层蚀刻处理	HW22	397-004-22	3125	
10	废 PP	裁切	HW13	900-014-13	62.5	常州厚德再生资源有限公司
11	干膜渣	去膜工序	HW13	900-016-13	400	
12	废活性炭	废气吸附塔镀铜槽除杂质、废水处理	HW49	900-041-49	68	南通滨海活性炭有限公司
13	树脂板	电测	HW49	900-045-49	87.5	昆山惠盛环保实业有限公司
14	剥锡废液	剥锡	HW17	336-066-17	800	昆山市三废净化有限公司/昆山中环实业有限公司
15	废底片	线路制作	HW16	397-001-16	50	美加金属环保科技（苏州）有限公司
16	废机油	设备维修	HW08	900-249-08	20	南通市鑫宝润滑油有限公司/昆山市美鹏油品再生有限公司
17	废有机溶剂	印刷等	HW06	900-404-06	20	江苏盈天化学有限公司
18	废灯管	全厂照明	HW29	900-023-29	2	苏州伟翔电子废弃物处理技术有限公司
19	含金废液	化学镀金（含氰）	HW33	336-104-33	5	昆山全亚冠环保科技有限公司
20	含镍废液	化学镀镍、含镍废水处理	HW17	336-055-17	750	昆山千灯三废净化有限公司
21	离子树脂	纯水、RO 水处理	HW13	900-015-13	25	苏州市荣望环保科技有限公司
22	含镍污泥	废水处理站	HW17	336-055-17	360	
23	废滤芯	电镀、给水处理	HW49	900-041-49	164	
24	废切削液	切割	HW09	900-006-09	5	
25	废水处理含铜污泥	废水处理站	HW22	397-005-22	9000	
26	废油墨	文字印刷	HW12	900-253-12	25	昆山鸿福泰环保科技有限公司
27	含镍树脂	含镍废水处理	HW49	900-041-49	2	

28	含银污泥	含银废水处理	HW17	336-056-17	30	公司
29	含钯废液	PTH 线	HW17	336-059-17	40	
30	含金滤芯树脂	镀液净化	HW49	900-041-49	1.25	
31	含银废液	化银	HW17	336-056-17	20	
32	废容器等	化学品储运等	HW49	900-041-49	300	南通瑞盈环保科技有限公司/苏州已任环保科技有限公司/苏州市荣望环保科技有限公司
33	电解铜	微蚀刻废液处理			1420	出售给外单位回收利用
34	电解银	显影定影废液处理	—	—	0.24	出售给外单位回收利用
35	电解金	含金废液电解回收	—	—	0.042	出售给外单位回收利用
36	生活垃圾	办公、职工生活等	—	—	2300	由环卫部门统一处理
工业固废合计		一般固体废物			1918.282	
		危险废物			16653.05	

4.4 主要原辅材料

原辅材料消耗表见表 4-8。

表 4-8 主要原辅料及能源消耗

序号	物料名称	重要组成、规格、指标	所用工段	年消耗量 (t/a)	厂区储量(t)	储存方式 及规格
1	铜箔基板 (硬板)	玻璃布: 0.14-68.29% 卤系环氧树脂混合物 0.08~53.69% 硬化剂: 0.02~15.64% 铜: 0.533~99.802% 含镍 52mg/kg	全工段	11400.0 (2090 万片	250	箱装 300 片/箱
2	铜条/铜球	铜 99.95%, 磷 0.05%	电镀等	2058	12	箱装 25kg/箱
3	铜箔	铜	层压	992	3.5	盒装 100kg/盒
4	化学清洁剂	硫酸>10%	内层干膜、电镀	174	3.5	塑料桶装 20kg/桶
5	液态感光 蚀刻线路 油墨	环氧树脂<35%, 有机溶剂<10%, 硫酸钡<30%, 感光剂<10%	内层干膜	75.7	3.0	塑料桶装 5kg/桶
6	工业过硫酸钠	过硫酸钠 99%	内层干膜、棕化、沉铜、化锡	1217.3	8.0	袋装 25kg/袋
7	工业硫酸	≥70%	电镀、烧槽、剥挂架	5490	80	储槽 10 吨/槽
8	工业氢氧化钠	32%	沉铜、内层干膜、外层干膜	6150	130	储槽 10 吨/槽
9	工业双氧水	35%	沉铜、内层干膜、外层干膜、废水处理	1320	3.0	塑料桶装 25kg/桶
10	工业碳酸钠	固体>99.8%	内层干膜、外层干膜	538.5	3.0	袋装 25kg/袋

11	盐酸	35%	内层干膜、外层干膜	5495	110	储槽 10 吨/槽
12	酸性蚀刻母液	CuCl_2 、 HCl 、 Cu^{2+} 20~80g/l、 Cl^- 20~800g/l	线路蚀刻	150m ³ (一次性用量)	150	塑料桶装 25kg/桶
13	棕化除油剂	乙醇胺、添加剂, 乙醇胺 40%	棕化	200.25	1.0	塑料桶装 25kg/桶
14	棕化预浸剂	乙醇胺、添加剂, 乙醇胺<5%	棕化	66.85	0.5	塑料桶装 25kg/桶
15	棕化液	乙醇胺、添加剂, 乙醇胺 25-50%	棕化	307.5	2.5	塑料桶装 25kg/桶
16	牛皮纸	纸	层压	730.5	7.0	捆装 500kg/捆
17	铝板	铝	钻孔	433.0	2.5	箱装 1000 片/箱
18	钻咀	不锈钢	钻孔	27.55	0.8	盒装 50 支/盒
19	沉铜液	CuSO_4 80%、甲醛 6%、 NaOH 12%、EDTA 2%	沉铜	195.0	7.0	塑料桶装 20kg/桶
20	工业高锰酸钾	固体高锰酸钾>99%	沉铜	43.5	0.3	铁桶装 50kg/桶
21	沉铜中和剂	硫酸 20%-40%	沉铜	85	0.5	塑料桶装 20kg/桶
22	沉铜膨胀剂	氢氧化钠、有机溶剂 氢氧化钠>20%	沉铜	128	0.75	塑料桶装 20kg/桶
23	沉铜预浸盐	氯化钠、氯化钠>80%	沉铜	156.8	1.0	塑料桶装 20kg/桶
24	沉铜活化剂	氯化钠、胶体钯、氯化钠 钠>40%、胶体钯<1%	沉铜	16.5	0.2	塑料桶装 5kg/桶
25	沉铜加速剂	硼酸>40%	沉铜	14	0.2	塑料桶装 20kg/桶
26	沉铜调整剂	硫酸<1%,添加剂 <10%,水 90%-99%	沉铜	55	0.62	塑料桶装 20kg/桶
27	无水硫酸铜	固体	电镀	177	1.2	袋装 25kg/袋
28	碱性蚀刻液	$\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4Cl $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ <25%-28%	碱性蚀刻	240	10	储槽 10 吨/槽
29	硝酸	HNO_3 (45%)	化镍金烧槽	720	40	储槽 10 吨/槽
30	硝酸	HNO_3 (98%)	—	4.8	0.2	玻璃瓶装 1kg/瓶
31	电铜光剂	有机添加剂	电镀	317	3.75	塑料桶装 20kg/桶

32	电镀液	CuSO ₄ 、H ₂ SO ₄ CuSO ₄ <10% H ₂ SO ₄ <10%	电镀铜	42.8	2.0	塑料桶装 20kg/桶
33	干膜	环氧树脂	外层干膜	922	8.0	卷装 5kg/卷
34	阻焊感光油墨	环氧树脂、硫酸钡、 有机溶剂（环氧树脂 <35%，有机溶剂<15%， 硫酸钡<30%，感光剂 <10%）	阻焊	72.4	2.0	塑料瓶装 1kg/瓶
35	紫外字符油墨	环氧树脂、硫酸钡、有 机溶剂(环氧树脂 <35%，有机溶剂<10%， 硫酸钡<30%，感光剂 <10%)	字符	36.4	0.5	塑料瓶装 5kg/瓶
36	纯锡球	纯锡 99.9%	电镀纯锡	60.3	0.75	盒装 25kg/盒
37	锡条	无铅锡含锡 99.5%	喷锡	0.0	0	/
38	助焊剂	盐酸、松香，盐酸<3%	喷锡	0.0	0	/
39	化锡液	甲基磺酸锡/甲基磺酸 (甲基磺酸锡 50 - < 70%，甲基磺酸<7%)	化锡	58.5	0.45	塑料桶装 20kg/桶
40	有机保焊剂	甲酸、添加剂 甲酸 30-40%	有机涂覆	132.7	0.45	塑料桶装 20kg/桶
41	化银-沉银 喷洒除油剂	过硫酸钠 98%	化银线	27.2	0.45	塑料桶装 20kg/桶
42	化银-化银 剂 B	硝酸、添加剂	化银线	6.8	0.2	塑料桶装 20kg/桶
43	化银-化银 剂 A	2%硝酸银	化银线	21.0	0.45	塑料桶装 20kg/桶
44	硫酸镍	10%NiSO ₄ 溶液	化学镍金线	75	0.20	塑料桶装 20kg/桶
45	化学镀镍液	次磷酸钠	化学镍金线	63.8	0.10	塑料桶装 20kg/桶
46	化镍光泽剂	不饱和乙醇及界面活 性剂	化学镍金线	2.0	0.02	塑料桶装 20kg/桶
47	氰化亚金钾	KAu(CN) ₂ ，高纯，含 金量 68.3%	电镀/化学镍 金线	1.0	0.01	瓶装，贮于保险 柜中，100g/瓶

48	镍块	镍含量 99.9%	电镀镍金线	1.1	0.02	2kg/盒
49	氨基磺酸 镍	$\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 氨基磺酸 18% 氨基 磺酸镍 67%	电镀镍金线	1.87	0.025	塑料桶装 20kg/桶
50	湿润剂	不饱和乙醇及界面活 性剂	电镀镍金线	1.66	0.02	塑料桶装 20kg/桶
51	硼酸	H_3BO_3	镀镍	6.8	0.50	塑料桶装 20kg/桶
52	添加剂	络合剂 30%；柠檬酸 10%	电镀镍金线	2.0	0.10	瓶装 5L/瓶
53	菲林片	—	菲林房制作	50	0.5 万张	包装 100 张/包
54	显影液	炭酸钾 10~20%、对苯 二酚 1~5%、二甘醇 1~5%、乙二胺四醋酸 钠 0.5~1%、亚硫酸钠 10~20%、溴化钾 0.5~1%	菲林房制作	30.0	0.5	塑料桶装 20kg/桶
55	定影液	硫代硫酸铵 40~45%、 醋酸钠 5~10%	菲林房制作	7.4	0.2	塑料桶装 20kg/桶
56	化学沉金开 缸剂	乙二胺二钠盐	镍金	6.6	0.2	塑料桶装 20kg/桶
57	硫尿	硫尿	镀锡	7.5	0.2	塑料桶装 20kg/桶
58	单液型剥 锡液	硝酸 30%、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 27.5%、加速剂 7.5%、 螯合剂、护铜剂 11%、 去离子水 44%	剥锡	655	2	塑料桶装 20kg/桶
59	还原剂 P125	二甲基胺硼烷	电镀	22.0	2	塑料桶装 20kg/桶
60	钝化剂	硫酸 30%、重金属捕 捉剂等，不含铬	钝化	11.52	0.2	塑料桶装 20kg/桶
61	整孔剂	单乙醇胺 20%、盐酸 胍 8%	整孔	2.0	0.5	塑料桶装 20kg/桶
62	氨水	27%	菲林房制作	23	50L	瓶装 500ml/瓶

63	尼龙网	尼龙	网板制作	30000m	500m	卷材
64	双组分胶黏剂	环氧树脂、固化剂		3.0	0.5	瓶装 150/750g/瓶
65	感光胶	感光胶		3.0	0.5	瓶装
73	盐酸	31%		938	10	液态、PVC 桶装 50kg/桶
74	滤芯	—		750 支	—	—

5 重点设施及重点区域识别

通过资料收集、人员访谈，确定企业重点设施及重点区域：涉及有毒有害物资的生产设备、储罐、管线，排污设施、污染治理设施等；涉及有毒有害物质的生产区、原辅材料及工业废弃物的堆放区、储放区和转运区等。重点设施、设备及重点区域清单见下表 5-1，分布卫星图 5-1；



图 5-1 重点设施、设备及重点区域分布卫星图

(1) 废水处理站:





图 5-2 废水处理站图

(2) 废水池:





图 5-3 废水池图

(3) 危废仓库 1 号和锅炉房 2 号



图 5-4 危废仓库 1 号和柴油储罐图

(4) 危废仓库 2 号



图 5-5 危废仓库 2 号图

(5) 危废仓库 3 号



图 5-6 危废仓库 3 号图

(6) 危废仓库 4 号



图 5-7 危废仓库 4 号图

(7) 危废仓库 5 号和 4#厂房





图 5-8 危废仓库 5 号和 4# 厂房图

(8) 化学品仓库



5-9 化学品仓库图

(9) 1#生产车间和 2#生产车间



图 5-10 车间外部图

表 5-1 重点设施、设备及重点区域清单一览表

重点区域	重点设施设备	识别原因	关注污染物	潜在迁移途径
废水处理站	废水处理设施	厂区内生产废水种类颇多，主要为重金属废水、酸碱废水、有机废水和其他综合废水，废水处理及盛装都采用罐式，位于地面表层	重金属、VOC、SVOC、氰化物	降雨淋溶、地表渗透、地下水迁移
废水池	废水池	厂区内生产废水最终都要通过长 200m 的废水池排出厂区	重金属、VOC、SVOC	
危废仓库 1 号和锅炉房 2 号	危废贮存设施和柴油锅炉	有机溶剂危险废物堆放场所，涉及多种有机污染物；柴油锅炉旁带有配套油罐	VOC、SVOC、石油烃	
危废仓库 2 号	/	固体危险废物堆放场所	VOC、SVOC	
危废仓库 3 号		少量电镀废液和固体有机废物危险废物堆放场所，涉及多种污染物	重金属、VOC、SVOC、氰化物	
危废仓库 4 号	/	污泥危险废物堆放场所，涉及多种重金属污染物	重金属	
危废仓库 5 号及 4#厂房	废液处理系统	电镀废液堆放场所，多种废液处理系统；涉及多种重金属、有毒有害污染物；有 9m 深的地下电镀废水集水池，位于 4#厂房西侧	重金属、VOC、SVOC、氰化物	
化学品仓库		放置有多种液体有毒有害物质成分较高原辅材料	重金属、VOC、SVOC	
1#生产厂房 2#生产厂房	/	厂区内主要生产活动均在 1#和 2#厂房。除部分办公室外，设有多个生产车间，涉及化学品种类复杂，具体见表 2-5，产生的废水、废气、固体废物具体见章节 2.4。	重金属、VOC、SVOC、氰化物	

备注：上述重点设施、设备及区域均有企业环保专员管理，定期检测维护，无事故发生。

6 土壤和地下水监测点位布设方案

6.1 点位设置平面图

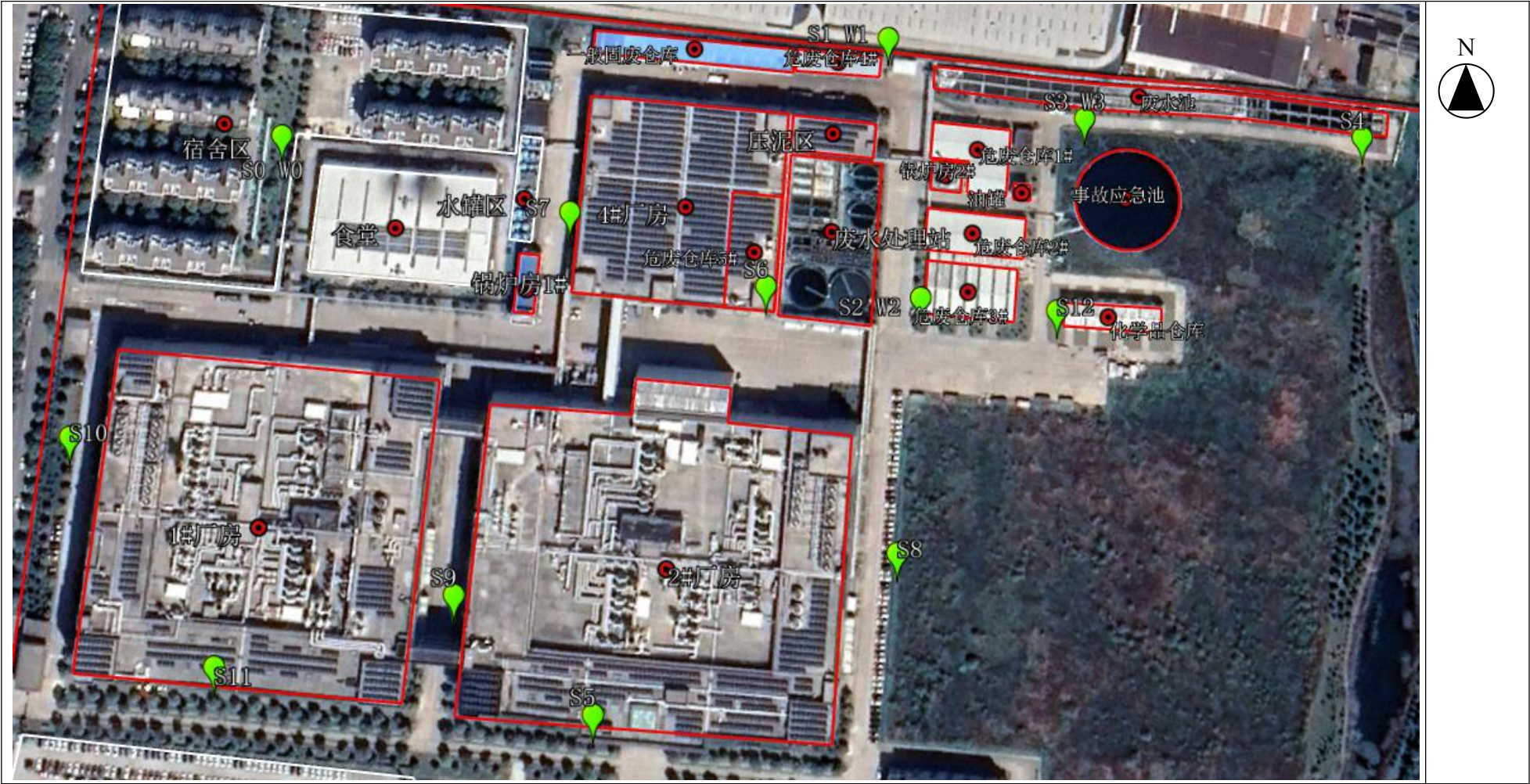


表 6-1 土壤及地下水监测点位布设一览表

监测 点位	所在区域	经度	纬度
S0/W0	宿舍区（对照点）	120°58'19.75"东	31°19'35.77"北
S1/W1	危废仓库、废水池	120°58'30.31"东	31°19'37.30"北
S2/W2	危废仓库及废水处理站	120°58'30.80"东	31°19'33.35"北
S3/W3	危废仓库、废水池、事故应急池	120°58'33.71"东	31°19'36.07"北
S4	废水总排口	120°58'38.53"东	31°19'35.79"北
S5	2#生产厂房南侧	120°58'25.27"东	31°19'27.37"北
S6	4#固废处理系统车间和物料仓库	120°58'28.15"东	31°19'33.52"北
S7	4#固废处理系统车间及热媒炉	120°58'24.77"东	31°19'34.62"北
S8	2#生产厂房西侧	120°58'30.33"东	31°19'29.64"北
S9	1#生产厂房和 2#生产厂房中间	120°58'22.92"东	31°19'29.04"北
S10	1#生产厂房西侧	120°58'16.35"东	31°19'31.29"北
S11	1#生产厂房南侧	120°58'18.98"东	31°19'28.02"北
S12	危废仓库及化学品仓库	120°58'33.13"东	31°19'33.16"北

6.2 各点位布设原因分析

因企业为在产企业，遵循不影响企业正常生产且不造成安全隐患与二次污染的原则。监测点位布设在重点设施周边并尽量接近重点设施。根据现场踏勘，企业地面完好，无破损，厂区内管理合理无污染严重痕迹。点位布设位置均设置在重点区域旁绿化带内。

6.3 各点位分析测试项目

结合江苏国测检测技术有限公司 CMA 认证资质附表、《土壤质量标准建设用地土壤污染风险管控标准（试行）(GB 36600-2018)》中表 1 的要求以及企业生产过程中的成品、原料等确定本次检测的污染物因子，详见下表 6-2。

表 6-2 土壤分析测试项目

类别	监测点位	取样深度 m	样品数量
土壤	S0	0.2	1
	S1	0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、5、6	9

	S2	0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、5、6	9
	S3	0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、5、6	9
	S4	0.2	1
	S5	0.2	1
	S6	0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、5、6	9
	S7	0.2	1
	S8	0.2	1
	S9	0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、5、6	9
	S10	0.2	1
	S11	0.2	1
	S12	0.2	1
	合计		
pH+基本项目（45 项）：			
重金属：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍			
挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯、对二甲苯、邻二甲苯			
半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒎、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒎、苯并[k]荧蒎、蒎、二苯并[a,h]蒎、茚并[1,2,3-cd]芘、萘			
特征污染物：石油烃、氰化物			

结合江苏国测检测技术有限公司 CMA 认证资质附表、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）以及企业生产过程中的成品、原料等确定本次检测的污染物因子，详见下表 6-3。

表 6-3 地下水分析测试项目

类别	监测点位	要求	样品数量	检测项目
地下水	W0	深度预	1 个	pH+土壤检测基本项目 (45 项)+石油烃、氰化
	W1	计 6m	1 个	

	W2		1 个	物、锡
	W3		1 个	
合计			4 个	

7 监测结果及分析

本次场地内部共采集土壤样品 59 个(含 6 个土壤平行样和 1 个对照点样品)。
土壤及地下水具体监测结果见江苏国测检测技术有限公司检测报告(编号：
CTST/C2021052633S、CTST/C2021052633W-01、CTST/C2021052633W-02)

7-1 土壤监测结果分析

检测因子	单位	检出限	筛选值	检出最大值	检出最小值	检出数	检出率	是否超标
重金属								
铜	mg/kg	1	18000	118	5	59	100%	否
镍	mg/kg	3	900	37	14	59	100%	否
镉	mg/kg	0.01	65	0.21	0.02	59	100%	否
铅	mg/kg	0.1	800	36	12	59	100%	否
砷	mg/kg	0.01	60	12.6	2.72	59	100%	否
汞	mg/kg	2×10^{-4}	38	0.319	0.0602	59	100%	否
六价铬	mg/kg	0.5	5.7	0.7	/	1	1.7%	否
特征污染物								
锡	mg/kg	0.092	10000	17.4	2.19	59	100%	否
石油烃 C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	6	4500	865	88	27	100%	否
氰化物	mg/kg	0.04	135	0.15	0.04	41	69.5%	否
pH	无量纲	/	/	8.82	7.85	/	/	/
半挥发性有机物								
苯并[a]蒽	mg/kg	0.1	15	0.1	/	1	1.7%	否
蒽	mg/kg	0.1	1293	0.1	/	1	1.7%	否
苯胺	mg/kg	0.03	260	0.25	0.08	2	3.4%	否
挥发性有机物								

氯苯	mg/kg	1.2μg/kg	270	3.7×10^{-3}	3.6×10^{-3}	2	3.4%	否
----	-------	----------	-----	----------------------	----------------------	---	------	---

7-2 地下水监测结果分析

检测项目	单位	最大值	最小值	检出数	标准值	是否超标	对照点
pH 值	无量纲	7.64	7.48	4	$5.5 \leq \text{pH} < 6.5$ $8.5 < \text{pH} \leq 9.0$	否	7.89
铜	(mg/L)	8.1×10^{-4}	4.5×10^{-3}	4	≤ 1.50	否	8×10^{-5}
镍	(mg/L)	5.6×10^{-4}	3.6×10^{-4}	4	≤ 0.10	否	5.6×10^{-4}
镉	(mg/L)	ND	ND	4	0.01	否	ND
铅	(mg/L)	6×10^{-4}	6×10^{-4}	4	≤ 0.10	否	8.95×10^{-3}
砷	(mg/L)	1.2×10^{-3}	5.0×10^{-4}	4	≤ 0.05	否	1.7×10^{-3}
汞	(mg/L)	9×10^{-5}	5×10^{-5}	4	≤ 0.002	否	6×10^{-5}
六价铬	(mg/L)	ND	ND	0	≤ 0.10	否	ND
石油烃 C ₁₀ -C ₄₀	(mg/L)	0.34	0.25	4	1.2	否	0.17
氰化物	(mg/L)	ND	ND	0	≤ 0.1	否	ND
锡	(mg/L)	ND	ND	0	/	否	ND
SVOC	ND						
VOC	ND						

8 结论

本次在厂内共布设土壤监测点位 13 个（S0~S12），S0 为对照点，扣除地表非土壤硬化层厚度，S1、S2、S3、S6、S9 采样点位分层采样深度为 0.5m、1m、1.5m、2m、2.5m、3m、4m、5m、6m，其余点位采样深度为表层 0.2m，每个土壤监测点每层采集 1 个样品，10%的平行样，共计 59 个样品。由监测结果可知送检样品的监测因子基本 45 项和特征污染因子氰化物、石油烃含量均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）中第二类用地筛选值，特征污染物锡含量低于《上海市场地土壤环境健康风险评估筛选值(试行)》中非敏感用地限值。

本次在整个厂区内共计布设地下水监测井 4 个（W0~W3），GW0 为对照点，每个地下水监测井采集 1 个样品，地下水采样深度与厂区内地下水深度保持一致。由监测结果可知送检样品污染物 pH 值和重金属中铜、镍、铅、砷、汞含量的低于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV 类标准。镉、六价铬、氰化物、锡、半挥发性有机物和挥发性有机物均未检出。

9.质量控制与质量保证

9.1 样品采集、保存与流转的质量保证与控制

在样品的采集、保存、运输、交接等过程应建立完整的管理程序。为避免采样设备及外部环境条件等因素对样品产生影响，应注重现场采样过程中的质量保证和质量控制。

（1）防止样品之间交叉污染

本次调查中，在两次钻孔之间，钻探设备应该进行清洗；当同一钻孔在不同深度采样时，应对钻探设备、取样装置进行清洗；当与土壤接触的其他采样工具重复使用时，应清洗后使用。采样过程要佩戴手套。为避免不同样品之间的交叉污染，每次采集一个样品 需更换一次手套。每采完一次样，都需将采样工具用自来水清洗或卫生纸擦干净 以便下次使用。针对地下水采样，若采用贝勒管进行采样，应做到一井一管。

（2）防止二次污染

土壤：每个采样点钻探结束后，应将所剩余的废弃土及杂物装入垃圾袋内，统一运往指定地点储存；清洗设备和采样工具的废水应一并收集，统一处理，不得现场随意排放。

地下水：每个采样点采样结束后，应将洗井时抽取出的地下水用木桶或塑料桶收集，统一运往指定地点储存/处理；清洗设备和采样工具的废水应一并收集，统一处理，不得现场随意排放。

（2）现场质量控制

规范采样操作：采样前组织操作培训，采样中一律按规程操作，设置第三方监理。

采集质量控制样：现场采样质量控制样一般包括现场平行样、现场空白样、运输空白样、清洗空白样等，且质量控制样的总数应不少于总样品数的 10%。在

采样过程中，同种采样介质，应至少采集一个样品平行样。样品采集平行样是从相同的点位收集并单独封装和分析的样品。采集土壤样品用于分析挥发性有机物指标时，建议每次运输应采集至少一个运输空白样，即从实验室带到采样现场后，又返回实验室的与运输过程有关，并与分析无关的样品，以便了解运输途中是否受到污染和样品是否损失。

规范采样记录：将所有必需的记录项制成表格，并逐一填写，同时做好必要的影像记录。采样送检单必须注明填写人和核对人。

9.2 样品分析测试的质量保证与控制

项目实验室质控情况：

9-1 实验室土壤质控数据统计

质控措施 检测项目		质控样		平行样		加标回收		实验室空 白
		保证值	测得值	数量	相对偏差 (%)	数量	回收率 (%)	数量
铜		(32±2) mg/kg	31mg/kg	11	0-12.5	3	96.4-105	2
镍		(38±2) mg/kg	39mg/kg	11	2.1-9.1	3	91.5-102	2
镉		(0.16±0.01) mg/kg	0.15mg/kg	11	0-11.1	3	93.0-103	2
铅		(26±2) mg/kg	27mg/kg	11	1.5-8.6	3	94.3-102	2
砷		(8.9±0.5) mg/kg	8.9mg/kg	11	0.2-2.9	2	97.1-107	1
汞		(0.030±0.003) mg/kg	0.028mg/kg	11	0.5-7.3	2	97.8-102	1
六价铬		(32.2±3.1) mg/kg	31.6mg/kg	9	0	3	85.0-117	2
石油烃 (C10-C40)		/	/	9	1.4-15.2	6	65.0-108	3
氰化物		/	/	11	0	/	/	1
锡		(3.2±0.2) mg/kg	3.3mg/kg	11	0-6.9	3	89.4-106	1
半挥发 性有机 物	苯胺	/	/	10	0	1	66.5	4
	2-氯苯酚	/	/	10	0	1	69.7	4
	硝基苯	/	/	10	0	1	78.6	4
	萘	/	/	10	0	1	79.3	4
	苯并[a]蒽	/	/	10	0	1	93.3	4
	蒽	/	/	10	0	1	100	4
	苯并[b]荧蒽	/	/	10	0	1	66.4	4

	苯并[k]荧蒽	/	/	10	0	1	110	4
	苯并[a]芘	/	/	10	0	1	94.4	4
	茚并[1,2,3-cd]芘	/	/	10	0	1	84.2	4
	二苯并[a,h]蒽	/	/	10	0	1	83.3	4
pH 值		8.18±0.06	8.17	11	0.02	/	/	1
挥发性有机物	氯甲烷	/	/	10	0	3	100-114	3
	氯乙烯	/	/	10	0	3	110-122	3
	1,1-二氯乙烯	/	/	10	0	3	100-116	3
	二氯甲烷	/	/	10	0	3	73.6-84.4	3
	反-1,2-二氯乙烯	/	/	10	0	3	72.4-76.0	3
	1,1-二氯乙烷	/	/	10	0	3	75.2-84.4	3
	顺-1,2-二氯乙烯	/	/	10	0	3	76.4-83.2	3
	氯仿	/	/	10	0	3	90.4-102	3
	1,1,1-三氯乙烷	/	/	10	0	3	89.6-94.0	3
	四氯化碳	/	/	10	0	3	92.4-97.2	3
	苯	/	/	10	0	3	82.8-88.4	3
	1,2-二氯乙烷	/	/	10	0	3	88.8-96.0	3
	三氯乙烯	/	/	10	0	3	87.2-92.0	3
	1,2-二氯丙烷	/	/	10	0	3	79.6-84.4	3
	甲苯	/	/	10	0	3	88.0-93.2	3
	1,1,2-三氯乙烷	/	/	10	0	3	90.0-95.2	3
	四氯乙烯	/	/	10	0	3	84.8-89.2	3
	氯苯	/	/	10	0-11.1	3	89.4-97.6	3
	乙苯	/	/	10	0	3	85.6-92.0	3
	1,1,1,2-四氯乙烷	/	/	10	0	3	87.6-91.2	3
	间,对-二甲苯	/	/	10	0	3	91.8-99.4	3
	邻-二甲苯	/	/	10	0	3	94.8-102	3
	苯乙烯	/	/	10	0	3	79.6-88.0	3
	1,1,2,2-四氯乙烷	/	/	10	0	3	76.4-84.4	3
	1,2,3-三氯丙烷	/	/	10	0	3	74.8-82.4	3

1,4-二氯苯	/	/	10	0	3	77.6-84.8	3
1,2-二氯苯	/	/	10	0	3	79.2-86.8	3

9-2 土壤检测方法和实验仪器

项目	检测依据	检出限	主要检测仪器型号	仪器编号
pH 值	HJ 962-2018 土壤 pH 值的测定电位法	/	PHS-3C pH 计	EAA-261
铜	HJ 491-2019 土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法	1mg/kg	280FSAA 火焰原子吸收分光光谱仪	EAA-573
镍		3mg/kg	280FSAA 火焰原子吸收分光光谱仪	EAA-573
铅		10mg/kg	280FSAA 火焰原子吸收分光光谱仪	EAA-419
镉	GB/T 17141-1997 土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法	0.01mg/kg	280Z AA 石墨炉原子吸收光谱仪	EAA-418
砷	GB/T 22105.2-2008 土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分：土壤中总砷的测定	0.01mg/kg	AFS200T 原子荧光仪	EAA-139
汞	GB/T 22105.1-2008 土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定	0.002mg/kg	AFS200T 原子荧光光谱仪	EAA-423
六价铬	HJ 1082-2019 土壤和沉积物六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法	0.5mg/kg	280FS AA 火焰原子吸收光谱仪	EAA-419
锡	酸消解法 USEPA 3050B Rev.2(1996.12)和电感耦合等离子体发射光谱法 USEPA 6010B Rev.5(2018.7)作业指导书 CTST-SOP-401(沉积物、污泥和土壤的酸消解 EPA 方法 3050B:1996	0.092mg/kg	ICAP6000 电感耦合等离子体发射光谱仪	EAA-12

	(修订版 2)、电感耦合等离子体 发射光谱法 EPA 方法 6010D:2018(修订版 5)			
氰化物	HJ 745-2015 土壤氰化物和总氰化 物的测定异烟酸-吡啶啉酮分光光 度法	0.04mg/kg	UV-1800 紫外可见 分光光度计	EAA-262
石油烃 (C10-C40)	HJ 1021-2019 土壤和沉积物石油烃 (C10-C40 的测定气相色谱法	) 6mg/kg	Inturo 9000 气相色 谱仪	EAA-346
半挥发性有 机物	HJ 834-2017 土壤和沉积物半挥发 性有机物的测定气相色谱-质谱法	列表附后	8860-5977B 气质联 用色谱仪	EAA-473
挥发性有机 物	HJ 605-2011 土壤和沉积物挥发性 有机物的测定吹扫捕集/气相色谱- 质谱法	列表附后	8860-5977B 气质联 用仪	EAA-509

9-3 实验室地下水水质控数据统计

质控措施 检测项目	质控样		平行样		加标回收		实验室空 白
	保证值	测得值	数量	相对偏差 (%)	数量	回收率 (%)	数量
六价铬	(0.253±0.011)mg/ L	0.253mg/L	2	0	/	/	1
铜	(0.540±0.026) mg/L	0.548mg/L	3	1.7-7.3	2	98.5-102	2
镍	(0.339±0.025)mg/ L	0.337mg/L	3	0.8-5.7	2	99.5-101	2
镉	(0.118±0.005) mg/L	0.116mg/L	3	0-1.0	2	102-104	2
铅	(0.448±0.020) mg/L	0.441mg/L	3	0.3-10.6	2	86.8-88.0	2
砷	(26.0±2.0)μg/L	25.9μg/L	2	0	1	94.0	2
汞	(6.79±0.55) μg/L	6.59μg/L	2	5.9-9.1	1	90.0	2
石油烃 (C10-C40)	/	/	1	0	1	86.5	1

	氰化物	/	/	2	0	1	101	1
	锡	/	/	2	0	1	103	2
半挥发性有机物	苯胺	/	/	2	0	1	60.1	1
	2-氯苯酚	/	/	2	0	1	65.7	1
	硝基苯	/	/	2	0	1	67.6	1
	萘	/	/	2	0	1	68.0	1
	苯并[a]蒽	/	/	2	0	1	104	1
	蒎	/	/	2	0	1	88.2	1
	苯并[b]荧蒽	/	/	2	0	1	80.2	1
	苯并[k]荧蒽	/	/	2	0	1	79.5	1
	苯并[a]芘	/	/	2	0	1	78.0	1
	茚并[1,2,3-cd]芘	/	/	2	0	1	91.2	1
	二苯并[a,h]蒽	/	/	2	0	1	87.2	1
挥	氯甲烷	/	/	2	0	1	82.4	1
	氯乙烯	/	/	2	0	1	71.6	1
	1,1-二氯乙烯	/	/	2	0	1	75.6	1
	二氯甲烷	/	/	2	0	1	79.6	1
	反-1,2-二氯乙烯	/	/	2	0	1	73.2	1
	1,1-二氯乙烷	/	/	2	0	1	73.6	1
	顺-1,2-二氯乙烯	/	/	2	0	1	73.2	1
	氯仿	/	/	2	0	1	71.6	1
	1,1,1-三氯乙烷	/	/	2	0	1	84.4	1
	四氯化碳	/	/	2	0	1	82.0	1
	苯	/	/	2	0	1	85.2	1
	1,2-二氯乙烷	/	/	2	0	1	86.8	1
	三氯乙烯	/	/	2	0	1	87.2	1

挥发性有机物	1,2-二氯丙烷	/	/	2	0	1	89.2	1
	甲苯	/	/	2	0	1	99.2	1
	1,1,2-三氯乙烷	/	/	2	0	1	95.6	1
	四氯乙烯	/	/	2	0	1	86.8	1
	氯苯	/	/	2	0	1	92.0	1
	乙苯	/	/	2	0	1	90.8	1
	1,1,1,2-四氯乙烷	/	/	2	0	1	85.2	1
	间,对-二甲苯	/	/	2	0	1	95.6	1
	邻-二甲苯	/	/	2	0	1	97.6	1
	苯乙烯	/	/	2	0	1	76.8	1
	1,1,2,2-四氯乙烷	/	/	2	0	1	92.4	1
	1,2,3-三氯丙烷	/	/	2	0	1	84.0	1
	1,4-二氯苯	/	/	2	0	1	72.8	1
	1,2-二氯苯	/	/	2	0	1	76.0	1

9-4 地下水检测方法和实验仪器

项目	检测依据	检出限	主要检测仪器型号	仪器编号
pH 值	DZ/T 0064.5-1993 地下水水质检验方法玻璃电极法测定 pH 值	/	PHBJ-260 型便携式 PH 计	GCM-335
铜	HJ 700-2014 水质 65 种元素的测定电感耦合等离子体质谱法	0.08μg/L	7800 电感耦合等离子体发射光谱质谱仪	EAA-475
镍		0.06μg/L		
镉		0.05μg/L		
铅		0.09μg/L		
砷	HJ 694-2014 水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法	0.3μg/L	AFS200T 原子荧光光谱仪	EAA-497
汞		0.04μg/L	PF52 原子荧光光度计	EAA-150
六价铬	DZ/T 0064.17-1993 地下水水质检验方法二苯碳酰二肼分光光度法测定铬	0.004mg/L	UU-1800 紫外可见分光光度计	EAA-67

石油烃 (C10-C40)		HJ 894-2017 水质可萃取性石油烃 (C10-C40) 的测定气相色谱法	0.01mg/L	Inturo 9000 气相色谱仪	EAA-346
氰化物		DZ/T 0064.52-1993 地下水水质检验方法吡啶-吡唑啉酮比色法测定氰化物	0.4μg/L	UV-1800 紫外可见分光光度计	EAA-67
锡		HJ 776-2015 水质 32 种元素的测定电感耦合等离子体发射光谱法	0.04mg/L	ICAP 7000 电感耦合等离子体发射光谱仪	EAA-91
半挥发性有机物	苯胺	水质中半挥发性有机物的测定作业指导书 CTST-SOP-397(参照: 分液漏斗液-液萃取前处理方法 EPA 方法 3510C:1996(修订版 3)、气相色谱/质谱 (GC-MS) 法测定半挥发性有机化合物 EPA 方法 8270E:2018 (修订版 6)	0.21μg/L	TRACE 1300+ISQ 7000 气质联用仪	EAA-342
	2-氯苯酚		0.16μg/L		
	硝基苯		0.17μg/L		
	萘		0.13μg/L		
	苯并[a]蒽		0.18μg/L		
	蒽		0.15μg/L		
	苯并[b]荧蒽		0.18μg/L		
	苯并[k]荧蒽		0.13μg/L		
	苯并[a]芘		0.01μg/L		
	茚并[1,2,3-cd]芘		0.28μg/L		
	二苯并[a,h]蒽		0.20μg/L		
挥发性有机物	氯甲烷	CTST-SOP-389 水质 14 种挥发性有机物的测定吹扫捕集-气相色谱质谱法 参照 HJ639-2012 水质挥发性有机物的测定吹扫捕集气相色谱-质谱法	0.2μg/L	7890B+5977B 气质联用仪	EAA-344
	氯乙烯	HJ 639-2012 水质挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法	0.5μg/L		
	1,1-二氯乙烯		0.4μg/L		
	二氯甲烷		0.5μg/L		
	反-1,2-二氯乙烯		0.3μg/L		
	1,1-二氯乙烷		0.4μg/L		
	顺-1,2-二氯乙烯		0.4μg/L		
	氯仿		0.4μg/L		
	1,1,1-三氯乙烷		0.4μg/L		

四氯化碳	0.4μg/L
苯	0.4μg/L
1,2-二氯乙烷	0.4μg/L
三氯乙烯	0.4μg/L
1,2-二氯丙烷	0.4μg/L
甲苯	0.3μg/L
1,1,2-三氯乙烷	0.4μg/L
四氯乙烯	0.2μg/L
氯苯	0.2μg/L
乙苯	0.3μg/L
1,1,1,2-四氯乙烷	0.3μg/L
间,对-二甲苯	0.5μg/L
邻-二甲苯	0.2μg/L
苯乙烯	0.2μg/L
1,1,2,2-四氯乙烷	0.4μg/L
1,2,3-三氯丙烷	0.2μg/L
1,4-二氯苯	0.4μg/L
1,2-二氯苯	0.4μg/L

本次调查所采集的土壤、地下水样品均委托给具备 CMA 资质认证的第三方检测机构进行检测,为保证和证明检测过程得到有效控制、检测结果准确可靠,需采取相应可行的质量控制措施对检测过程予以有效控制和评价,具体措施及方法如下:

(1) 样品制备

样品制备过程必须坚持保持样品原有的化学组成,不能被污染,不能把样品编号弄混淆的原则。制样间应分设风干室和磨样(粉碎)室。风干室朝南(严防阳光直射样品),通风良好,整洁,无尘,无易挥发性化学物质。制样时应由 2 人以上在场。制样结束后,应填写制样记录。

(2) 样品前处理

由于土壤组成的复杂性和土壤物理化学性状差异,造成不同的污染物在土壤环境中形态的复杂和多样性,其生理活性和毒性有很大差异。土壤与污染物种类繁多,不同的污染物在不同土壤中的样品处理方法及测定方法各异。应根据不同的监测要求和监测项目,选定样品处理方法。

(3) 空白样品测定

在现场采样时,每批留采样管不采样,并与其它样品管一样对待,为全程序空白。除色度、臭、浊度、pH、透明度、悬浮物、电导率、溶解氧、溶解性总

固体外，其余项目均需加采全程序空白。当全程序空白测定值不合格时，应查找原因。用吸收液、吸附管、滤膜采样的项目。

(4) 校准曲线

至少 5 个浓度梯度的标准溶液（除空白外），覆盖被测样品的浓度范围，且最低点浓度应在接近方法测定下限的水平。一般要求曲线系数 $r > 0.999$ ，当分析测试方法有相关对顶时，有限执行分析测试方法的规定。采用离子电极、分光光度计测斜率和截距。

(5) 仪器稳定性检查

每分析 20 个样品，应测定一次校准曲线中间浓度点。一般要求无机项目的相对偏差应控制在 10% 以内，有机项目的相对偏差应控制在 20% 以内；当分析测试方法有相关规定时，优先执行分析测试方法的规定。超过规定范围时需要查明原因，重新绘制校准曲线，并重新分析测试该批次全部样品。

(6) 标准溶液核查

- 1) 外购有证标准溶液核查其证书有效期。
- 2) 通过有证标准样品检测或再标定，核查自配标准溶液。

(7) 精密度控制

分别针对不同的检测环节（样品采集、样品制备、样品前处理和样品检测等），实施不同的平行样品检测，以控制和评价相关检测环节或过程的精密度情况。每批样品均应做一定比例的明码或密码平行双样。样品检测过程中，除色度、臭、悬浮物、油外的项目，每批样品随机抽取 10% 实验室平行样，污染事故、污染纠纷样品随机抽取不少于 20% 实验室平行样。精密度数据控制：优先参照各检测方法或监测技术规范，当检测方法或技术规范中无明确规定时，可参照下表规定的平行样相对偏差最大允许值控制。有机样品平行样品相对偏差控制范围：样品浓度在 mg/L 级，或者显著高于方法检出限 5-10 倍以上，相对偏差不得高于 10%，样品浓度再 $\mu\text{g/L}$ 级，护着接近方法检出限，相对偏差不得高于 20%，对某些色谱行为较差组分，相对偏差不得大于 30%。

(8) 准确度控制

采用加标回收率检测或质控样检测等方法进行准确度控制，检测方法包括明码样和密码样。

1) 加标回收：除悬浮物、碱度、溶解性总固体、容量分析项目外的项目，每批样品随机抽取 10% 样品做加标回收，水样加标量相当于待测组分浓度的 0.5-2.5 倍为宜，加标总浓度不应大于方法上限的 0.9 倍。如待测组分浓度小于最低检出限时，按最低检出浓度的 3-5 倍进行加标。土壤加标量为待测组分的 0.5-1.0 倍为宜，含量低的加 2-3 倍，但加标后被测组分的总量不得超出方法的测定上限。加标浓度宜高，体积应小，不应超过原试样体积的 1%，否则应进行体积校正

加标回收率评价：

A. 水样：一般样品加标回收率在 90%-110% 或者方法给定的范围内为合格；废水样品回收率再 70%-130% 为合格；痕量有机污染物回收率在 60%-140% 为合格；有机样品浓度在 mg/L 级，回收率在 70%-120% 为合格，有机样品浓度在 µg/L 级，回收率在 50%-120% 为合格。

B. 土壤：加标回收率应在其允许范围内。当加标回收率合格率小于 70% 时，对不合格者重新进行加标回收率的测定，并另增加 10%-20% 的试样加标回收测定，直至总合格率大于或等于 70% 以上。

2) 质控样（有证标准物质或已知浓度质控样）：对容量法分析和不宜加标回收的项目，每批样品带质控样 1-2 个，或定期带质控样。如果实验室自行配制质控样，须与国家标准物质比对，但不得使用与绘制校准曲线相同的标准溶液，必须另行配制。

质控样测定结果的评价：有证标准物质在其规定范围或 95%-105% 范围内为合格；已知浓度质控样在 90%-110% 范围内为合格；痕量有机物在 60%-140% 范围内为合格。

（9）异常样品复检

需要按监测项目进行批次统计中位值，测试结果高于中位值 5 倍以上或低于中位值 1/5 的异常样品，进行复检；若需复检品数较多，可只对其中部分样品进行抽检，要求复检抽查样品数应达到该批次送检样品总数的 10%。复检合格率要求达到 95%，否则执行精密度控制的要求。土壤与地下水的样品分析及其他过程的质量控制与质量保证技术要求按照 HJ/T166 和 HJ/T164 中的相关要求。