
四川省中药类制药工业
水污染物排放标准
编制说明

《四川省中药类制药工业水污染物排放标准》编制组

二〇二四年一月

目 录

1 项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 行业概况.....	2
2.1 产业规模.....	2
2.2 产业分布.....	4
2.3 发展趋势.....	5
3 标准编制的必要性分析.....	6
3.1 长江上游生态屏障建设的环保要求.....	6
3.2 四川省中药类制药工业高质量发展的需要.....	7
3.3 现行标准已不能满足当前环境管理需求.....	7
4 国内外中药类制药工业标准及管理条例梳理.....	8
4.1 我国中药类制药工业相关标准.....	8
4.2 国外制药业相关管理条例.....	11
4.2.1 美国.....	11
4.2.2 世界银行.....	13
4.2.3 欧盟.....	15
5 行业产排污情况及污染控制技术分析.....	15
5.1 生产工艺流程.....	15
5.1.1 中成药.....	15
5.1.2 中药饮片.....	17
5.2 行业排污现状.....	19
5.2.1 行业污染物产排情况.....	19
5.2.2 废水排放去向.....	23
5.2.3 废水水质分析.....	23
5.3 现有污染防治技术及企业排水水质达标分析.....	24
5.3.1 废水污染防治技术.....	24
5.3.2 企业排水水质达标分析.....	25
6 标准主要技术内容.....	27

6.1 标准适用范围	27
6.1.1 本标准的适用范围及依据	27
6.1.2 本标准不适用的情况及依据	27
6.1.3 本标准与其他标准的衔接关系	27
6.2 标准结构框架	27
6.2.1 主要章节内容	27
6.2.2 现有企业、新建企业划分时间点	28
6.2.3 标准对适用行业的划分及划分依据	28
6.3 术语和定义	28
6.4 污染物项目的选择	29
6.4.1 中药类制药工业水污染物梳理	29
6.4.2 标准污染物项目选择说明	30
6.5 污染物限值的确定及依据	32
6.5.1 限值确定原则	32
6.5.2 直接排放限值	33
6.5.3 间接排放限值	36
6.5.4 单位产品基准排水量	40
6.6 监测要求	40
7 标准与国内外相关标准对比	42
7.1 与国内相关标准对比	42
7.2 与国外相关标准对比	44
8 标准实施可达性及效益分析	45
8.1 环境效益分析	45
8.2 实施本标准的成本分析	45
参考文献	48

1 项目背景

1.1 任务来源

根据四川省市场监督管理局下达的川市监函〔2023〕370号文件，参照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）的有关要求，由XXXXXXXXXX单位起草，四川省生态环境厅和四川省市场监督管理局联合制订了本标准。

1.2 工作过程

任务下达后，四川省环境政策研究与规划院成立了标准编制小组，按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》要求，组织人员制定工作计划并开展相关标准编制工作。

（1）2022年4-5月，标准编制组广泛搜集查阅了现行的与水环境管理相关的法律法规、政策规划、各级标准和其他省市地方标准制订工作管理经验，梳理了相关标准中的水域分类、标准分级、标准限值和污染物监测方法等内容，总结、提炼、识别后，明确了四川省中药类制药工业水污染物排放标准制订的范围，并搭建了标准整体框架。

（2）2022年6月，标准编制组在成都召开了第一次内部讨论会，对需进行现场调研的地区、企业进行了筛选，制定了现场调研计划，并拟定调研问卷具体内容。

（3）2022年7月，基于已收集到的2020年四川省中药类制药工业企业环境数据等资料，初步编制了标准草案及编制说明。

（4）2022年8月-9月，编制组向我省100家中药制药工业企业发放调研问卷，了解企业的基本信息、生产工艺、废水排放去向、废水水质情况、废水处理现状等。

（5）2022年10月-11月，编制组前往成都、雅安、眉山、绵阳、德阳、内江等地，现场调研中药类制药工业企业生产工艺、主要产污环节、废水排放去向、废水处理成本、处理工艺、废水水质情况等，与企业代表进行沟通交流，并收集企业自行监测数据。

（6）2022年12月-2023年1月，编制组完成100家中药制药工业企业调研问卷的收集，并对调研问卷内容进行了整理分析。基于企业现场调研结果、调研问卷及水质检测数据进行研讨，结合四川省省情和四川省中药类制药工业特色，分析评估标准的环境效益、经济成本、指标可行性和达标率等，进一步修改完善标准草案及编制说明，形成初稿。

（7）2023年2月，组织召开专家咨询会，邀请了行业专家及企业代表，对标准中的

污染排放控制因子、指标限值等关键问题进行研讨。2月底，标准编制组前往眉山市进行了补充调研与水质分析检测。

(8) 2023年3月-8月，标准编制组前往德阳市什邡、广汉等地，重点对污水直排企业进行现场调研和水质分析检测。根据专家意见及补充调研情况，编制组对标准文本及编制说明进行了进一步完善和修改。

(9) 2023年12月，组织召开专家咨询会，邀请行业专家及企业代表，对标准中的污染排放控制因子、指标限值等关键问题再次进行研讨。

(10) 2023年12月20日，四川省生态环境厅在成都组织召开了《四川省中药类制药工业水污染物排放标准(征求意见稿)》技术审查会，与会专家一致通过地方标准《四川省中药类制药工业水污染物排放标准》的审查。

2 行业概况

2.1 产业规模

四川素有“中医之乡，中药之库”的美誉，历来有“无川不成方，无蜀不成医”之说，是我国最大的中药材产地之一。根据2020年环境统计数据，目前全省涉及规模以上中药类制药工业企业共130家，按照《国民经济行业分类》(GB/T4754—2017)，这些企业主要以中成药生产(2740)、中药饮片加工(2730)等行业类型为主，中成药生产企业75家，中药饮片加工企业55家。2020年工业总产值约198亿元，其中产值上亿元的中药类制药工业企业有49家，占工业总产值的87.3%。工业产值上亿企业名单如表2-1所示。

表 2-1 工业总产值上亿企业名单

序号	市州	区县	企业名称	工业总产值 (万元)
1	成都市	金牛区	四川禾正制药有限责任公司	13000
2	成都市	新都区	四川皓博药业有限公司	10000.15
3	成都市	新都区	四川中庸药业有限公司	20238
4	成都市	新都区	四川千方中药股份有限公司	24138
5	成都市	温江区	成都永康制药有限公司	21300
6	成都市	温江区	四川百利药业有限责任公司	47102.6
7	成都市	双流区	四川恩威制药有限公司	65712
8	成都市	大邑县	四川利民中药饮片有限责任公司	10000
9	成都市	高新区	成都地奥制药集团有限公司	89140.7
10	成都市	高新区	成都地奥九泓制药厂	61344.75
11	成都市	高新区	成都迪康药业股份有限公司	27704.72
12	成都市	高新区	成都华神科技集团股份有限公司制药厂	45000
13	成都市	高新区	四川新荷花中药饮片股份有限公司	38279
14	成都市	高新区	四川川大华西药业股份有限公司	11595.1

四川省中药类制药工业水污染物排放标准编制说明

15	成都市	彭州市	四川济生堂药业有限公司	55000
16	成都市	彭州市	四川维奥制药有限公司	28000
17	成都市	彭州市	四川光大制药有限公司	55478.87
18	成都市	彭州市	四川新绿色药业科技发展有限公司	271122.9
19	成都市	邛崃市	邛崃天银制药有限公司	22000
20	成都市	邛崃市	四川升和药业股份有限公司邛崃制药分公司	35780
21	泸州市	江阳区	四川天植中药股份有限公司	16468
22	泸州市	江阳区	泸州百草堂中药饮片有限公司	11795.8
23	泸州市	龙马潭区	四川绿叶制药股份有限公司	47910.917
24	德阳市	中江县	四川逢春制药有限公司	24600
25	德阳市	中江县	九寨沟天然药业股份有限公司中江制药分公司	17930.59
26	德阳市	广汉市	四川泰华堂制药有限公司	21238.38
27	德阳市	广汉市	四川源基制药有限公司	20502
28	德阳市	广汉市	四川依科制药有限公司	93394.9
29	德阳市	什邡市	四川美大康药业股份有限公司	29525
30	德阳市	什邡市	四川同人泰药业股份有限公司	12000
31	绵阳市	游仙区	太极集团四川绵阳制药有限公司	37408.43
32	绵阳市	安州区	好医生药业集团有限公司	30800
33	绵阳市	安州区	四川天雄药业有限公司	34287.33
34	绵阳市	三台县	太极集团·四川天诚制药有限公司	20663
35	绵阳市	盐亭县	绵阳迪澳药业有限公司	15000
36	绵阳市	盐亭县	四川新华康生物科技有限公司	11490
37	绵阳市	梓潼县	绵阳一康制药有限公司	11764
38	内江市	市中区	四川德元药业集团有限公司	13000
39	南充市	嘉陵区	四川雪香制药有限公司	10000
40	南充市	西充县	太极集团四川南充制药有限公司	12000
41	眉山市	东坡区	四川德峰药业有限公司	12000
42	眉山市	东坡区	四川森科制药有限公司	16976.3
43	眉山市	青神县	四川彩虹制药有限公司	12000
44	宜宾市	南溪区	国药集团宜宾制药有限责任公司	14216
45	雅安市	雨城区	华润三九(雅安)药业有限公司	59405
46	雅安市	芦山县	雅安迅康药业有限公司	19840.7
47	巴中市	巴州区	四川国药天江药业有限公司	17585.39
48	阿坝藏族羌族自治州	红原县	宇妥藏药股份有限公司	10300
49	凉山彝族自治州	西昌市	四川好医生攀西药业有限责任公司	126180.6
合计				1732219.127

根据我国中小企业划型标准规定，工业企业从业人员 1000 人以下或营业收入 40000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 300 人及以上，且营业收入 2000 万元及以上的为中型企业；从业人员 20 人及以上，且营业收入 300 万元及以上的为小型企业；从业人员 20 人以下或营业收入 300 万元以下的为微型企业。本项目组以统计的企业产值，将我省中药类制药工业企业划分成大中小微型企业如图 2-1 所示。我省中药类制药工业企业数量以小、中企业为主，数量占比 93.1%，贡献产值占比 86.6%。

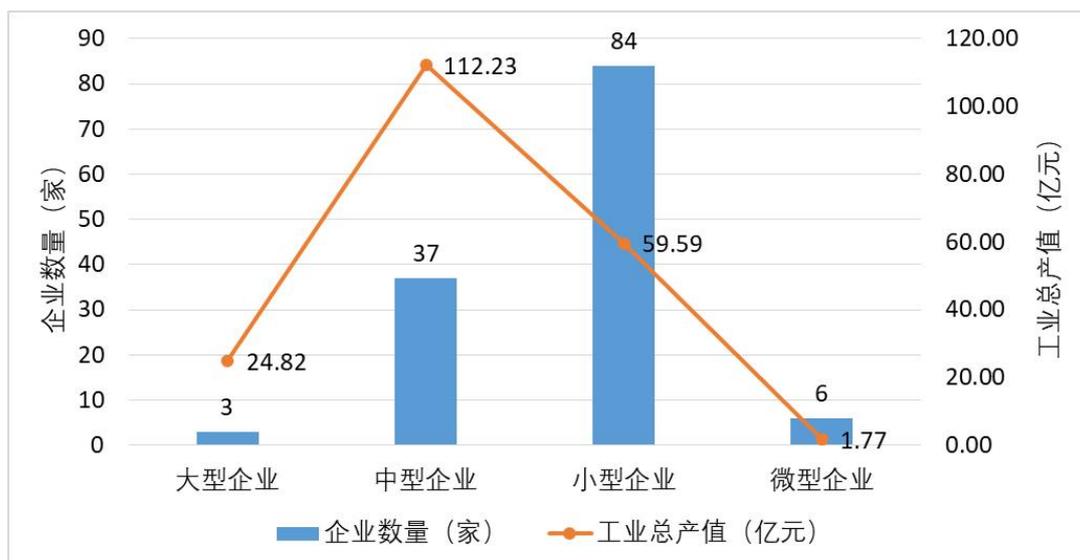
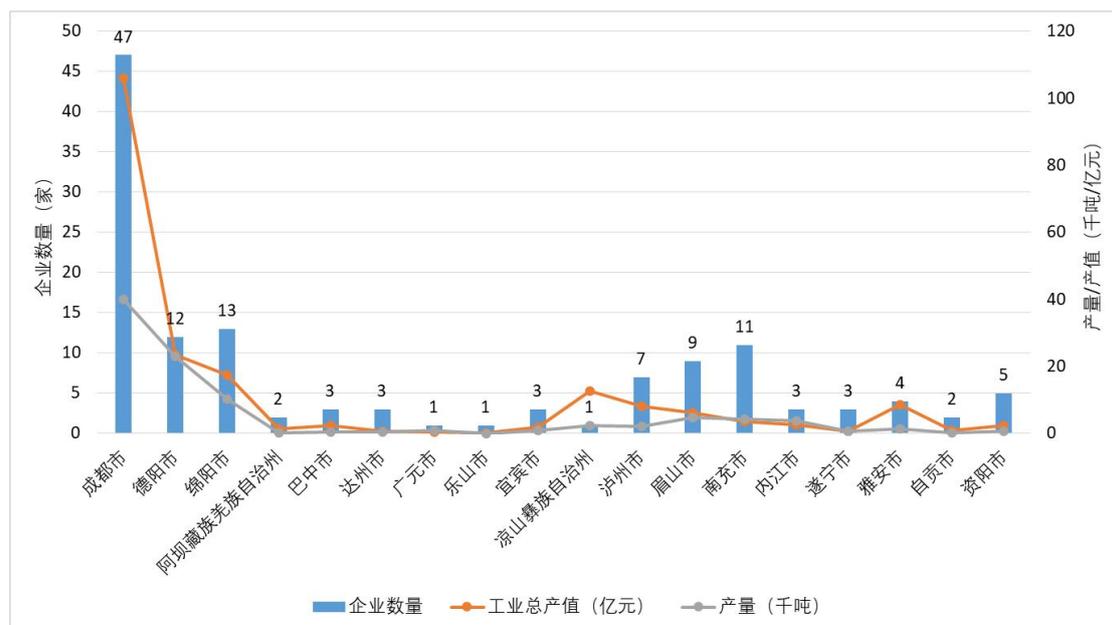


图 2-1 四川省中药类制药工业企业规模分布图

2.2 产业分布

根据 2020 年环境统计数据，我省中药类制药工业企业分布在成都、德阳、绵阳等 18 个市。其中企业数量最多的前三个地区为成都市、绵阳市和德阳市，三市企业数量占比共计 55.4%；年产品产量最多的前三个市为成都市、绵阳市和德阳市，三市产品产量占比共计 76.6%¹；工业总产值最高的三个地区为成都市、绵阳市和德阳市，三市产品产值占比共计 73.9%。我省各地中药类制药工业企业数量及产值等信息如图 2-2 所示。



¹ 此处产品产量仅统计了以吨为计量单位的产品，未统计以支、盒、粒、件等为计量单位的产品。

图 2-2 全省中药类制药工业企业 2020 年调查统计数据图

2.3 发展趋势

“十三五”时期，在党中央、国务院坚强领导下，省委、省政府坚持把中医药工作摆在重要位置来抓，大力推动中医药事业、产业、文化“三位一体”发展，全省中医药服务能力显著提升、产业发展提质增速、人才队伍逐步壮大、科研能力持续增强、对外交流不断扩大。

(1) 中医药服务体系更加健全。覆盖城乡的中医药服务网络基本建成，全省中医医院达到 328 所，每千常住人口中医医院床位数和中医类别执业(助理)医师数分别达到 0.94 张、0.71 人。

(2) 中医药服务能力明显提升。持续加强中医医疗机构建设，坚持以中医药服务为主的办院模式和服务功能，中医药特色更加明显，优势更加突出，获建国家中医药传承创新工程 6 个、国家区域中医（专科）诊疗中心 17 个，建成三级中医医院 93 所、二级中医医院 132 所，2020 年中医年诊疗量达到 1.5 亿人次。

(3) 中医药人才队伍更加壮大。高层次人才队伍不断壮大，有国医大师 3 名、全国名中医 3 名、省十大名中医 30 名，中医药高级职称人员近万名。

(4) 中医药产业发展步伐加快。开展第四次全国中药资源普查省内工作，建成国家中药种质资源库 1 个、中药材种子种苗繁育基地 2 个。科学规划中药材产业发展布局，推进中药材溯源试点建设，培育以种植中药材为主的现代农业园区 7 个，2020 年全省中药材种植面积达 819 万亩(含三木药材)。实施中药材产业扶贫行动，支持建设中药材产业扶贫基地、定制药园 20 个。实施中医药产业“三个一批”建设，推动中药工业提档升级，建成中医药产业发展示范市、县 17 个，2020 年规模以上中药企业 230 户、主营业务收入 757 亿元。

(5) 中医药科研能力显著提高。培育西南特色中药资源国家重点实验室，建设国家中医临床研究基地 2 个，成立四川省中医药转化医学中心，建成省级中医药科技支撑平台 80 个。组织实施厅局级以上课题研究 800 余项，获省级科学技术奖励 44 项。

(6) 中医药文化传承弘扬力度加大。将中医药文化传承发展列为全省传承发展中华优秀传统文化重点工程，成立中国出土医学文献与文物研究院，加大对“天回医简”等出土医学文献和文物研究，建成全国中医药文化宣传教育基地 3 个、省级中医药文化宣传教育基地 12 个。

3 标准编制的必要性分析

3.1 长江上游生态屏障建设的环保要求

2016年，中共中央政治局审议通过了《长江经济带发展规划纲要》，纲要指出，长江是中华民族的生命河，也是中华民族发展的重要支撑。长江经济带发展的战略定位必须坚持生态优先、绿色发展，共抓大保护，不搞大开发。要按照全国主体功能区规划要求，建立生态环境硬约束机制，列出负面清单，设定禁止开发的岸线、河段、区域、产业，强化日常监测和问责。要抓紧研究制定和修订相关法律，把全面依法治国的要求覆盖到长江流域。要有明确的激励机制，激发沿江各省市保护生态环境的内在动力。要贯彻落实供给侧结构性改革决策部署，在改革创新和发展新动能上做“加法”，在淘汰落后过剩产能上做“减法”，走出一条绿色低碳循环发展的道路。

2018年，经国务院同意，生态环境部会同国家发展和改革委员会共同印发了《长江保护修复攻坚战行动计划》，在主要任务“（三）加强工业污染治理，有效防范生态环境风险”中提出：强化工业企业达标排放。制定造纸、焦化、氮肥、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀等十大重点行业专项治理方案，推动工业企业全面达标排放。深入推进排污许可证制度，2020年年底以前，完成覆盖所有固定污染源的排污许可证核发工作。在保障措施“（三）健全投资与补偿机制”中提出：完善高耗水行业用水价格机制，提高火电、钢铁、纺织、造纸、化工、食品发酵等高耗水行业用水价格，鼓励发展节水高效现代农业。

四川省是长江上游重要的水源涵养区和生态建设核心区，全省96.6%的水系属于长江水系，地表水资源占长江水系径流的1/3，流域面积接近长江经济带总面积的1/4，在长江流域生态安全中具有重要战略地位。近年来四川坚持走生态优先、绿色发展的道路，坚持在发展中保护、在保护中发展，坚决淘汰落后过剩产能，通过严格的生态环境保护措施倒逼传统产业转型升级，大力发展绿色低碳循环经济，积极推进清洁能源示范省建设。根据《2019年四川省生态环境状况公报》，四川省87个国考断面水质优良率96.6%，出川国考断面全面达标，首次全面消除国、省考劣V类断面，水环境质量创“十三五”以来最好水平。

3.2 四川省中药类制药工业高质量发展的需要

四川素有“中医之乡，中药之库”的美誉，历来有“无川不成方，无蜀不成医”之说，是我国最大的中药材产地之一。近年来，随着地方特色产业飞速发展，中药制药行业成为了四川省国民经济中发展领先的行业之一。中药制药行业包括中成药生产（C2740）及中药饮片加工（C2730）两种行业。2020年，全省规模以上中药饮片企业、中成药企业共227户，中药工业营业收入达520.8亿元，占全省医药工业比重35.3%。培育康复新液10亿元以上的重磅单品1个，银杏内酯注射液、清脑复神液等5亿元以上中成药大品种3个、1亿元以上中成药大品种21个、5000万元以上中成药大品种36个，培育茯苓、党参、川贝母、川芎等重点单品饮片，形成了梯次推进格局。成都、资阳、眉山、泸州等地建有天府中药城、天府国际生物城等各具特色的中医药产业园区，为中医药工业全域拓展提供良好产业发展氛围。党中央、省委省政府高度重视中医药产业的发展，先后出台了《四川省中药材产业发展规划（2018-2025年）》《川产道地药材全产业链管理规范及质量标准提升示范工程实施方案》《四川省中医药强省建设行动方案（2021—2025年）》《四川省“十四五”中医药高质量发展规划》等系列文件，将川药产业发展列入我省着力培育和重点发展的“7+3”“10+3”产业之一，更将中医药产业发展作为是我省重点发展的战略性新兴产业，要求到2025年中医药产业实现高质量发展，规模持续增大、产值稳步增长，全省中药材种植面积稳定在800万亩，产业链综合产值1400亿元以上，产业链综合产值年均增速达到11.5%。2021年全国7个省份获准建设国家中医药综合改革示范区，四川是其中之一。

随着我省中药制药行业发展，其环境保护与治理也随之成为四川省生态环境保护工作中的重点关注对象。《四川省“十四五”生态环境保护标准发展规划》中提出，要“加大重点行业水污染防治力度，制定化工、医药、冶炼、页岩气开采等行业水污染物排放标准”。制订出台四川省中药类制药工业水污染物排放标准，对于进一步完善中药类制药工业精准治污和生态环境管理体系，促进四川省中药类制药工业高质量发展具有重要意义。

3.3 现行标准已不能满足当前环境管理需求

2008年国家发布《中药类制药工业水污染物排放标准》（GB21906-2008），规定了中药类制药工业的特别排放限值及直接排放限值。该标准自颁布至今已使用十五年，随着水环境质量的不断改善、行业废水治理技术的进步以及环境保护政策要求日趋严格，逐渐暴露出污染物种类不全面、部分直排指标限值过于宽松、缺少间接排放限值等问题，已不能满足我省中药制药工业企业水污染物排放监督管理的现实需求。

一是污染物种类不全面。中药废水成分复杂，残存的中药渣使中药废水中含有一些多糖类、木质素类、鞣质类、生物碱、色素等成分以及少量的金属离子，而在生产过程使用的媒质物质、有机溶剂或辅料，使得中药废水水质成分变得更加复杂。国标中水污染物控制指标共 14 项，其中 12 项第二类污染物（pH、色度、悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量、动植物油、氨氮、总氮、总磷、总有机碳、急性毒性、总氰化物），2 项第一类污染物（总汞、总砷），涵盖的污染物种类较少。对于第一类污染物，2012 年环保部发布了第 18 号公告《制药工业污染防治技术政策》，要求烷基汞、总镉、六价铬、总铅、总镍、总汞、总砷等水污染物应在车间处理达标后，再进入污水处理系统，而国标中仅对总汞、总砷的排放限值进行了规定。

二是直接排放限值较为宽松。目前国标中标准中 COD 排放限值为 100mg/L，而近年来上海、江苏、浙江等地发布的相关制药行业标准，COD 排放限值为 50~60mg/L，国家近年发布的《石油炼制工业污染物排放标准》等标准也将 COD 排放限值定为 60mg/L。悬浮物、BOD₅、COD 等指标排放限值，也宽松于世界银行制药工业标准、美国制药工业标准。根据我们前期对我省中药制药企业的调研掌握的情况，我省中药制药直排企业有相当数量的园区外、规模小的作坊式加工企业，就近排入地表沟渠、农灌渠、小河沟等无水环境容量的水体。四川省作为长江黄河上游重要生态屏障，应以更为严格的水污染物排放标准来加强对直排企业的监管，保证水环境质量。

三是未规定企业间接排放限值。国标中仅对直接排放限值进行了规定，对于排入集中式污水处理厂、工业园区污水处理厂的间接排放行为未设立相关标准限值。调研发现，我省超过 3/4 的中药制药企业为间接排放企业，废水排放多执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）三级标准、《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015），以上标准行业针对性不强，所含污染因子未能囊括中药制药行业特征污染因子，不能满足行业环境监管的要求。

4 国内外中药类制药工业标准及管理条例梳理

4.1 我国中药类制药工业相关标准

2008 年，原环境保护部颁布了一系列制药工业水污染物排放标准，包括《混装制剂类制药工业水污染物排放标准》（GB21908-2008）、《生物工程类制药工业水污染物排放标准》（GB21907-2008）、《中药类制药工业水污染物排放标准》（GB21906-2008）、《提取类制药

工业水污染物排放标准》(GB21905-2008)、《化学合成类制药工业水污染物排放标准》(GB21904-2008)、《发酵类制药工业水污染物排放标准》(GB21903-2008)。其中,《中药类制药工业水污染物排放标准》(GB21906-2008)对中药类制药企业或生产设施的水污染物排放限值进行了规定,该标准也是目前国内绝大部分地区中药类制药工业执行的排放标准。

标准中根据企业是否位于容易发生严重水环境污染问题的区域,分别给出了普通排放限值和特别排放限值,并对污染物排放监控位置、单位产品基准排水量等进行了规定。位于国土开发密度较高、环境承载能力开始减弱,或水环境容量较小、生态环境脆弱,容易发生严重水环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区的企业的企业,应严格控制企业的污染排放行为,执行水污染物特别排放限值。

表 4-1 国家标准《中药类制药工业水污染物排放标准》(GB21906-2008)

单位: mg/L (pH 值、色度除外)

序号	污染物项目	普通排放限值	特别排放限值	污染物排放监控位置
1	pH 值	6~9	6~9	企业废水总排放口
2	色度(稀释倍数)	50	30	
3	悬浮物	50	15	
4	五日生化需氧量(BOD ₅)	20	15	
5	化学需氧量(COD _{cr})	100	50	
6	动植物油	5	5	
7	氨氮	8	5	
8	总氮	20	15	
9	总磷	0.5	0.5	
10	总有机碳	25	20	
11	总氰化物	0.5	0.3	
12	急性毒性(HgCl ₂ 毒性当量)	0.07	0.07	企业废水总排放口
13	总汞	0.05	0.01	车间或生产设施废水排放口
14	总砷	0.5	0.1	
单位产品基准排水量/(m ³ /t)		300	300	排水量计量位置与污染物排放监控位置一致

地方性标准目前有昆明市 2021 年发布的《中药类制药工业水污染物排放限值》(DB5301/T52-2021)、上海市 2010 年发布的《生物制药行业污染物排放标准》(DB31373-2010)、江苏省 2019 年发布的《生物制药行业水和大气污染物排放限值》(DB323560-2019)、浙江省 2014 年发布的《生物制药工业污染物排放标准》(DB33923-2014)、河南省 2012 年发布的《发酵类制药工业水污染物间接排放标准》(DB41758-2012)、《河南省化学合成类制药工业水污染物间接排放标准》(DB41756-2012)。

以上标准中,涉及到中药类制药工业废水排放标准的仅有昆明市地方标准《中药类制

药工业水污染物排放限值》(DB5301/T52-2021)。该标准根据企业水污染物排放方式及去向,分别给定了一级、二级、三级排放限值。企业向敏感区域环境水体直接排放水污染物的,执行一级排放限值;企业向敏感区域以外的水体直接排放水污染物的,执行二级排放限值;企业以间接方式排放水污染物的,执行三级排放限值。对比国家标准《中药类制药工业水污染物排放标准》(GB21906-2008),该标准的二级排放限值与国标中普通限值一致,一级排放限值中色度、悬浮物、BOD₅、COD 四项指标略严格于国标中特别排放限值,而三级排放限值中大部分指标均低于国标中普通限值。

表 4-2 昆明市地方标准《中药类制药工业水污染物排放限值》(DB5301/T52-2021)

序号	污染物项目	排放限值 (mg/L)			污染物排放监控位置
		一级	二级	三级	
1	pH 值	6~9	6~9	6.5~9.5	企业废水总排放口
2	色度 (稀释倍数)	20	50	64	
3	悬浮物	10	50	400	
4	五日生化需氧量 (BOD ₅)	10	20	350	
5	化学需氧量 (COD _{cr})	40	100	500	
6	动植物油	5	5	100	
7	氨氮	5	8	25	
8	总氮	15	20	45	
9	总磷	0.5	0.5	7	
10	总有机碳	20	25	-	
11	总氰化物	0.3	0.3	0.5	
12	急性毒性 (HgCl ₂ 毒性当量)	0.07	0.07	-	企业废水总排放口
13	总汞	0.01	0.05	0.05	车间或生产设施废水排放口
14	总砷	0.1	0.5	0.5	
单位产品基准排水量/ (m ³ /t)		单位产品基准排水量/ (m ³ /t)		300	排水量计量位置与污染物排放监控位置一致

此外,天津市环保产品促进会于 2022 年发布了团体标准《中药类制药工业水污染物排放标准》(T/APEP1026—2022),对中药类制药企业或生产设施水污染物排放限值进行了规定。

4.2 国外制药业相关管理条例

4.2.1 美国

4.2.1.1 历史沿革

根据美国《清洁水法》(CleanWaterAct)有关规定的要求,美国环保局于1976年11月17日首次发布了制药企业点源排放基于BPT(现行最佳实用控制技术)的暂行规定(41FR50676,CFR40第439部分),只规定了生化需氧量、化学需氧量、总悬浮物和pH4项指标。

1982年11月26日,美国环保局发布了标准首次修订稿(47FR53584),增加了基于BAT(经济上可行的最佳可得技术)、BCT(最佳常规污染物控制技术)的排水限值以及NSPS(新源执行标准)、PSES(现有源预处理标准)和PSNS(新源预处理标准),除上述4项指标外,增加了总氰化物指标。

1983年10月27日,美国环保局再次发布修订稿(48FR49808),在该标准的前言中提出了对有毒挥发性有机物(TVOs)的排水限值指南的讨论,1985年9月9日美国环保局发布了有关TVOs的实施通知(50FR36638)。

1986年、1995年又分别发布了标准修订稿,主要修订内容是对标准值进行了调整(51FR45094、60FR21592)。

美国制药工业点源水污染物排放现行标准是1998年9月发布的标准版本(63FR50424)。

4.2.1.2 企业分类

EPA中根据制药工业的生产工艺特点和产品类型,将企业分为五个类别,即:

①发酵产品类(A类):通过利用活的生物或酶特别是细菌或单细胞生物中存在的微生物例如酵母、霉菌或真菌引起的化学变化来生产特定产品的工艺操作。

②提取产品类(B类):通过化学和物理提取法从自然资源如植物的根和叶、动物腺体、寄生真菌中获得药物活性成分的工艺操作。

③化学合成类(C类):在某一特定产品的制造工艺中采用一种或一系列的化学反应。

④混装制剂类(D类):将药品以剂量形式配置在一起的工艺。

⑤研究开发类(E类):对药物产品的研究和开发活动。

分类的目的是把具有相似特征的设施集中在一起,以便建立该类设施的排放限值指南和标准。EPA为以上五类制药设施分别建立了各自的排放限值指南,该指南充分考虑了各类别的工艺水平和经济影响。

4.2.1.3 标准的分类

标准根据出水的出路分为排放标准和预处理标准。其中，排放标准适用于废水经处理后的出水最终排放到自然水体的情况；预处理标准则适用于废水经过预处理而排放到污水处理厂进行集中处理的情况。

排放标准中分为现有点源和新点源两种情况，现有点源按废水处理技术不同而分为三类标准，所以排放标准共分四类，分别为 BPT（应用现有最佳实用控制技术的排放标准）、BCT（应用最佳常规污染物控制技术的排放标准）、BAT（应用最经济可行技术的排放标准）、NSPS（新点源排放标准）。

预处理标准指出水进入污水处理厂时需要达到的进厂标准，分为两类，即 PSES（现有点源预处理标准）、PSNS（新点源预处理标准）。

废水排放标准的分类如图 4-1 所示。

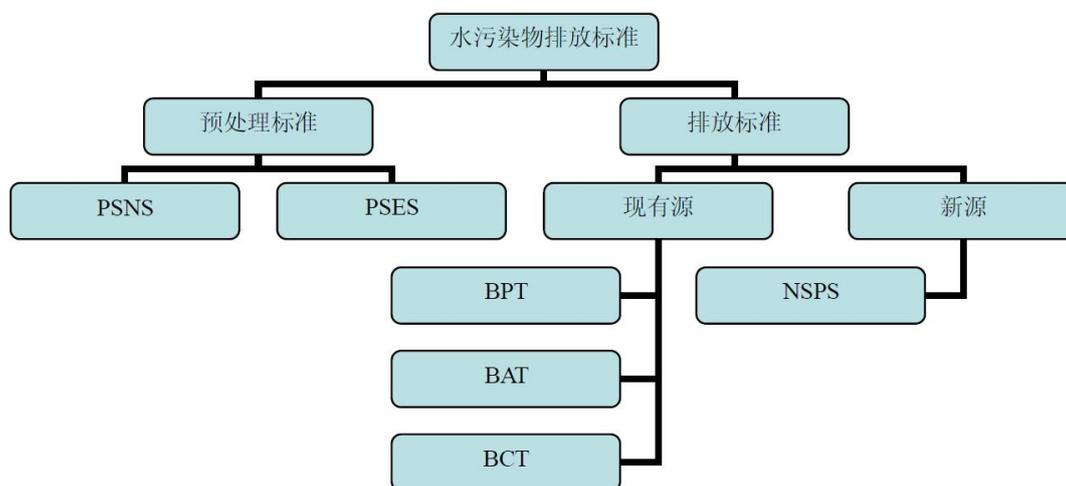


图 4-1 美国制药工业水污染物排放标准分类图

4.2.1.4 与中药类有关的排放标准

由于中药类和提取类在原材料、生产工艺等方面有某些相似之处，本文在此主要介绍美国提取类制药工业水污染物排放标准。该标准规定：提取类制药工业点源执行标准只控制 COD、BOD₅、TSS、pH 四项常规指标，标准值见表 4-3。该标准还规定：提取类制药工业预处理标准控制丙酮、乙酸正戊酯、乙酸乙酯、乙酸异丙酯、二氯甲烷五项指标，标准值见表 4-4。

表 4-3 美国提取类制药工业点源排放标准

序号	指标	任何一日最大值 (mg/L)	月均值 (mg/L)
1	COD	228	86
2	BOD ₅	35	18
3	TSS	58	31
4	pH	6.0~9.0	6.0~9.0

表 4-4 美国提取类制药工业预处理标准

序号	指标	任何一日最大值 (mg/L)	月均值 (mg/L)
1	丙酮	20.7	8.2
2	乙酸正戊酯	20.7	8.2
3	乙酸乙酯	20.7	8.2
4	乙酸异丙酯	20.7	8.2
5	二氯甲烷	3.0	0.7

4.2.1.5 监测要求

美国标准是通过许可证来执行的，许可证将受控污染物的标准限值转化为质量限值，但保持氰化物的浓度限值。许可证的质量限值是以标准中受控污染物的管道末端浓度限值和企业长期平均排水量为基础的。许可证中要求制药企业非工艺废水量不超过总排放口废水量的 25%，若非工艺废水量超过 25%，则需要重新确定质量限值。

标准中受控污染物（除氰化物）的监测点在管道末端。EPA 通过调查发现 A 和 C 类的含氰废水量一般不超过总工艺废水量的 2.1%，在管道末端检测氰化物浓度是不切合实际的。因此，EPA 规定氰化物的监测点应该在厂内含氰废水与非含氰废水混合前的某一点，除非制药企业能够合理地证明在该厂管道末端可以检测出氰化物浓度。

对污染物的监测频率由颁布许可证的环保部门来确定。一般对 COD、BOD5 和 TSS 采取日监测，对氨氮及有机污染物采取周监测。监测浓度必须转化为质量负荷。转化方法为取样测得的受控污染物浓度乘以相应的变化系数（日变化系数或 30 天变化系数），再乘以取样期间废水排放总量。如果转化后的质量负荷超过许可证中的质量限值，就视为超标。

4.2.1.6 测试方法

EPA 为制药工业污染物建立了测试方法，即《制药工业废水污染物的分析方法》（EPA-821-B-98-016，1998）。该方法中包括三种方法：方法 1666 同位素稀释质谱/色谱法分析挥发性有机污染物、方法 1667 衍生化高性能液体色谱法分析甲醛、糠醛和异丁醛和方法 1671 火焰电离检测法分析挥发性有机污染物。

同时，EPA 允许使用饮用水测试方法和 ASTM（American Society for Testing and Materials）中的部分方法（如，D3371、D3695 和 D4763），来检测受控污染物。EPA 之所以允许使用多种方法是为了在监测中保持更大的灵活性，企业可以以废水性能为基础确定合适的测量方法，同时与饮用水和废水管理项目中应用的方法保持一致。

4.2.2 世界银行

世界银行于 1998 年 7 月生效的《污染预防与消除手册》中规定了制药企业废气、废水及固体废物的排放指南，并于 2007 年进行了修订。此部分排放指南只具有指导性，并不具备强制性。2007 年修订后，总体的趋势是加严了，废水的指标增加了 23 项特征污染物，

废气控制污染物主要增加了 VOCs、氯化物、环氧乙烷、致突变物质、砷化物、溴化物 等指标。2007 年版本增加了生物风险规定，包括生物鉴定和评价、生物安全性、生物伦理方面的控制要求，在生物安全方面提出了要求，但没有具体的标准限值。

废水排放指南中规定，制药企业出水排放应满足表 4-5 中的最大限值。其中，生物试验应确保出水的毒性在可接受的范围内：对鱼类的毒性=2；对大型溞的毒性=8；对藻类的毒性=16；对细菌的毒性=8。

表 4-5 制药工业出水限值

单位：mg/L（pH 值除外）

项目	最大值（1998）	最高允许浓度（2007）
pH	6~9	6~9
生化需氧量（BOD ₅ ）	30	30
化学需氧量（COD）	150	150
可吸附有机卤化物（AOX）	1	1
总悬浮性固体（TSS）	10	10
矿物油和油脂	10	10
苯酚	0.5	0.5
砷	0.1	0.1
镉	0.1	0.1
六价铬	0.1	0.1
汞	0.01	0.01
活性成分（每种）	0.05	0.05
总氮		10
总磷		2
酮类（每种）a		0.2
乙腈		10.2
乙酸酯类（每种）b		0.5
苯		0.02
氯苯		0.06
氯仿		0.013
邻二氯苯		0.06
1,2-二氯乙烷		0.1
胺类（每种）c		102
二甲基亚砷		37.5
甲醇/乙醇(每种)		4.1
正庚烷		0.02
正己烷		0.02
异丁醛		0.5
异丙醇		1.6
异丙醚		2.6
甲基纤维素		40.6
环氧乙烷		0.3
四氢呋喃		2.6
甲苯		0.02
二甲苯		0.01
生物毒性-鱼类毒性	2	2
生物毒性-大型溞	8	8
生物毒性-藻类	16	16
生物毒性-细菌	8	8

注：1.BOD₅测试的前提条件是出水中不含有对测试中使用的微生物产生毒害的物质。

固体废物排放指南规定，固体废物应在控制条件下焚烧，控制条件为最低温度 1000℃

及液体停留时间 1 秒，以使有毒有机物的削减率达到 99.99%。卤化有机物通常不焚烧。在焚烧这些有机物的地方，二噁英和呋喃的排放限值应小于 $1\text{ng}/\text{Nm}^3$ （以 2,3,7,8-TCDD 计）。

4.2.3 欧盟

欧盟在环境标准和污染控制方面的政策法规都是以指令形式给出的。其中《污染综合防治指令》（简称 IPPC 指令）针对六大行业（能源工业、金属制造及加工、矿产采掘加工业、化学工业、废物管理和其它）建立了排放限值，目前还没有针对制药工业的污染控制指令，但是欧盟在《应用有机溶剂的工业的挥发性有机化合物排放限值》（onthelimitationofemissionsofvolatileorganiccompoundsduetotheuseoforganicsolventsincertainactivitiesandinstallations,1999/13/EC）中，对制药工业有机溶剂的排放作出了规定，见表 4-6。在该指令中，挥发性有机化合物（VOCs）是指在温度为 293.15K 的条件下，蒸汽压大于或等于 0.01KPa，或在特殊条件下具有相应挥发性的任何有机化合物。

表 4-6 制药工业 VOCs 排放限值

溶剂消耗量 (吨/年)	废气排放值 (mgC/Nm^3)	瞬时排放值占溶剂的百分比		总排放限值	
		新建企业	现源	新建企业	现源
制药工艺 (>50)	20*	5**	15**	溶剂总量的 5%	溶剂总量的 15%

注：*如果工艺中存在溶剂的回收和再利用技术，以废气形式排放的有机溶剂应为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 。

**瞬时排放值不包括以密封的产品或制剂形式出售的溶剂。

5 行业产排污情况及污染控制技术分析

5.1 生产工艺流程

5.1.1 中成药

中成药是以中药材为原料，在中医药理论指导下，为了预防及治疗疾病的需要，按规定的处方和制剂工艺将其加工制成一定剂型的中药制品，是经国家药品监督管理部门批准的商品化的一类中药制剂。

5.1.1.1 生产工艺

中成药生产是间歇投料，成批流转。中药饮片加工的炮制手段是以天然动植物为主要原料，采用的主要工艺有清理、洗涤、浸泡、煮炼、熬制、漂洗等。中药材进行炮制（前

处理)后所得的中药饮片,经提取(不使用有机溶剂类的)或提取(使用有机溶剂类的)等浓缩精制后,再进入固体制剂工段或液体制剂工段。制剂产品赋型包括制成片剂、丸剂、胶囊、膏剂、糖浆液、口服液等。中成药生产工艺如图 5-1 所示,其中核心工艺是有效成分的提取、分离和浓缩,提取溶媒以水、乙醇最为常见。因此不使用有机溶剂类的提取主要是水提工艺,使用有机溶剂类的提取主要是以醇提、醇沉工艺。

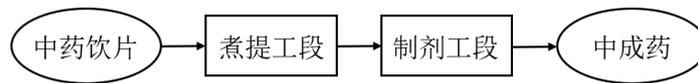


图 5-1 中成药生产工艺流程图

5.1.1.2 产污环节

图 5-2 和图 5-3 分别是煮提工段典型的水提、醇提工艺流程以及生产排污环节。

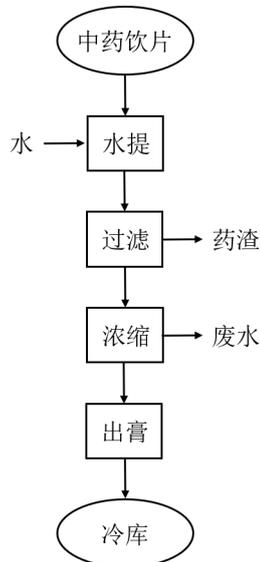
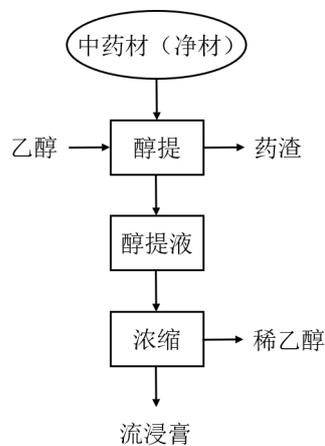


图 5-2 水提生产工艺流程图



5-3 醇提生产工艺流程图

(1) 废水

①设备清洗水：每个工序完成一次批处理后，需要对本工序的设备进行一次清洗工作，清洗废水一般浓度较高。

②下脚料废液清洗水：在口服液生产中，醇沉过程中产生一定量的下脚料，水量不多。浓度极高，是重要污染源。

③提取废水：这部分废水主要来自各个设备的清洗和地面冲洗，由于提取、分离、浓缩的环节和设备多，因而废水较多，浓度高，是重要污染源。

④辅助工段的清洗水及生活污水：如成品工序中，安瓶的清洗水。

(2) 废气

主要为二氧化碳、烟尘、药物粉尘和挥发性有机物，主要来自某些提取因煎煮而产生的锅炉烟气、药材粉碎等工序产生的药物粉尘。VOCs 的污染主要是来自醇提、醇沉工序使用的有机溶剂（主要是乙醇）。

(3) 固体废物

主要为提取过药物后的药材废渣、制剂单元包装废材和污水处理污泥。

5.1.2 中药饮片

中药饮片是中药材经过按中医药理论、中药炮制方法，经过加工炮制后的，可直接用于中医临床的中药。这个概念表明，中药材、中药饮片并没有绝对的界限，中药饮片包括了部分经产地加工的中药切片，原形药材饮片以及经过切制、炮炙的饮片。

5.1.2.1 生产工艺

中药饮片是将中药材加工炮制成一定长短、厚薄的片、段、丝、快等形状供汤剂使用，其传统工艺统称为中药炮制。中药炮制工艺实际上包括净制、切制和炮炙三大工序，不同规格饮片要求不同的炮炙工艺，有的饮片要经过蒸、炒、煅等高温处理，有的饮片还需要加入特殊的辅料如酒、醋、盐、姜、蜜、药汁等后再经高温处理，最终使各种规格饮片达到规定的纯净度、厚薄度和全有效性的质量标准。

中药配方颗粒是由单味中药饮片经提取浓缩液制成的、供中医临床配方用的颗粒。国内以前称单味中药浓缩颗粒剂，商品名及民间称呼还有免煎中药饮片、新饮片、精致饮片、饮料型饮片、科学中药等。是以传统中药饮片为原料，经过提取、分离、浓缩、干燥、制粒、包装等生产工艺，加工制成的一种统一规格、统一剂量、统一质量标准的新型配方用药。中药配方颗粒的生产按照国民经济分类虽属于中药饮片加工行业，但生产及排污特点却与中成药生产行业特征一致。

5.1.2.2 产污环节

中药饮片典型生产流程如图 5-4 所示。

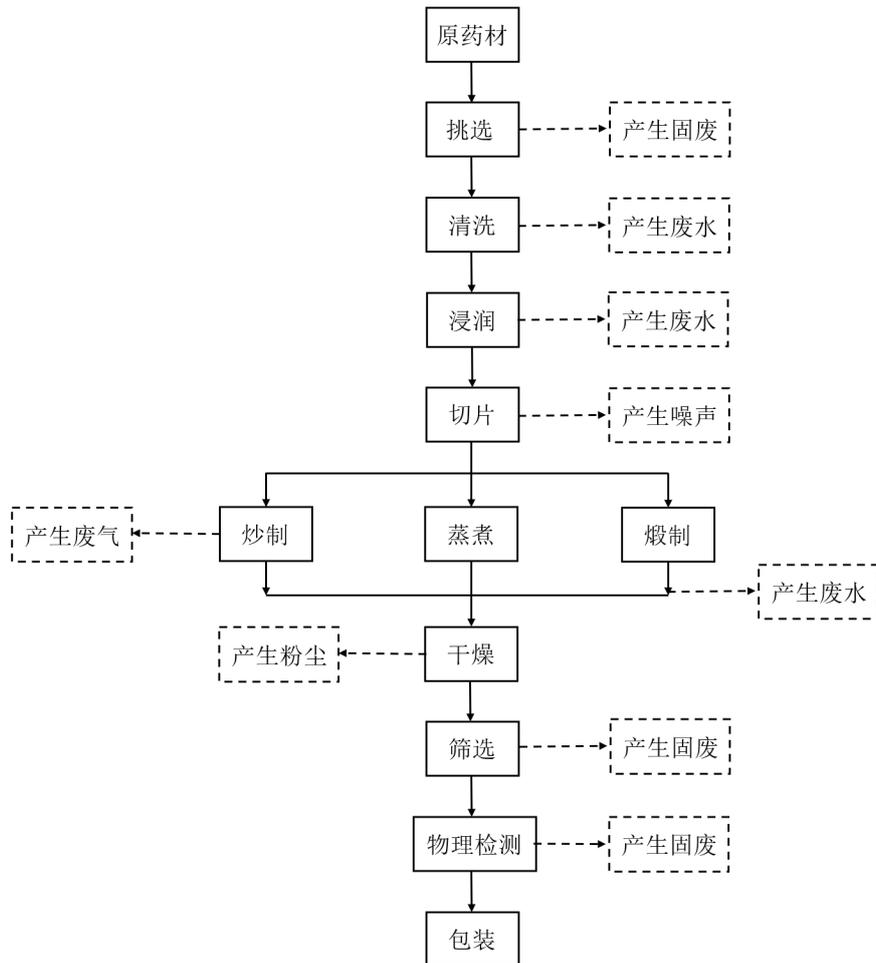


图 5-4 中药饮片加工典型生产工艺及产污排污环节流程图

(1) 废水

主要来自药材的清洗和浸泡水、机械的清洗水以及炮制工段的其他废水，一般为轻度污染废水，COD 大约在 200mg/L 左右。如果在炮制工段需要加入特殊辅料如酒、醋、蜜等中药饮片，其废水的 COD 浓度一般较高，可达到 1000mg/L 以上。

(2) 废气

主要是切制、粉碎等工序产生的药物粉尘和炮炙过程中的产生的药烟、蒸汽等。

(3) 固体废物

主要是来自药材筛选、清洗过程产生的泥沙、切制过程的渣削等杂质。

5.2 行业排污现状

5.2.1 行业污染物产排情况

根据四川省环境统计数据，2020年四川省规模以上中药制药企业130家，工业废水排放量419.3万吨，COD、TN、TP、NH₃-N产生量分别为5429.9吨、116.1吨、21.2吨、72.5吨；排放量分别为116.3吨、24.2吨、0.9吨、4.0吨。2020年四川省中药制药企业污染物产生、排放量分布表见表5-1。其中废水排放量最大的前三位分别是成都市、德阳市和绵阳市，污染物COD排放量最大的前三位分别是德阳市、成都市和绵阳市，污染物TN排放量最大的前三位分别是成都市、德阳市、雅安市，污染物TP排放量最大的前三位分别是成都市、绵阳市和南充市，污染物NH₃-N排放量最大的前三位分别是德阳市、绵阳市、成都市。

表 5-1 四川省中药制药企业污染物产排情况统计表

序号	市州	企业数量	工业废水排放量(吨)	其中：工业废水直排入环境的(吨)	其中：排入污水处理厂的(吨)	工业废水处理量(吨)	化学需氧量产生量(吨)	化学需氧量排放量(吨)	氨氮产生量(吨)	氨氮排放量(吨)	总氮产生量(吨)	总氮排放量(吨)	总磷产生量(吨)	总磷排放量(吨)
1	成都市	47	1523948	3800	1520148	1564831	964.543	27.501	20.712	0.974	42.041	7.575	6.873	0.444
2	绵阳市	13	539978.2	148852.8	391125.4	542529.2	201.04	13.426	5.607	1.004	10.456	3.703	1.235	0.12
3	德阳市	12	791550	444772	346778	791850	2498.094	35.816	29.98	1.137	36.747	5.541	8.276	0.086
4	南充市	11	120130.4	199	119931.4	95130.4	370.518	12.802	3.12	0.302	6.133	0.972	1.335	0.097
5	眉山市	9	146006.3	20180	125826.3	146006.3	54.812	4.334	1.783	0.048	2.953	0.293	0.745	0.029
6	泸州市	7	28573.05	11026.05	17547	27842.97	4.978	1.06	0.181	0.059	0.294	0.113	0.084	0.023
7	资阳市	5	31469.65	0	31469.65	31952	2.272	0.588	0.166	0.012	0.233	0.254	0.068	0.008
8	雅安市	4	503634.7	650	502984.7	500608.7	1296.542	12.137	9.983	0.266	15.153	4.922	2.181	0.083
9	遂宁市	3	8365	0	8365	8365	2.121	0.098	0.177	0.004	0.255	0.061	0.048	0.002
10	内江市	3	40530	40530	0	35498	2.95	2.873	0.016	0.012	0.02	0.013	0	0
11	宜宾市	3	76214	1250	74964	73830	1.838	1.258	0.071	0.046	0.46	0.394	0.013	0.008
12	达州市	3	233876.8	2524.784	231352	231352	6.774	0.173	0.127	0.006	0.254	0.019	0.063	0.004
13	巴中市	3	40673.75	162.75	40511	40673.75	15.074	2.031	0.313	0.041	0.669	0.232	0.119	0.013
14	自贡市	2	8602	7380	1222	8602	3.062	0.076	0.064	0.003	0.133	0.018	0.031	0.002
15	阿坝藏族自治州	2	9000	9000	0	9000	0.031	0.001	0.003	0	0.005	0	0.001	0
16	广元市	1	1000	0	1000	0	1.399	0.308	0	0	0	0	0	0
17	乐山市	1	3200	0	3200	3200	0.033	0.03	0.002	0.012	0.002	0.024	0.001	0.001
18	凉山彝族自治州	1	85918.68	85918.68	0	85918.68	3.911	1.799	0.232	0.122	0.345	0.122	0.107	0.015
	合计	130	4192670	776246	3416424	4197190	5429.992	116.311	72.537	4.048	116.153	24.256	21.18	0.935

续表 5-1 四川省中药制药企业污染物产排情况统计表

序号	市州	石油类		挥发酚		氰化物		总砷		总铅		总镉		总汞	
		产生量 (吨)	排放量 (吨)	产生量 (千克)	排放量 (千克)										
1	成都市	0	0	0	0	0.484	0.143	0.361	0.158	0	0	0	0	0.236	0.105
2	绵阳市	0	0	0	0	0.032	0.009	0.024	0.011	0	0	0	0	0.015	0.006
3	德阳市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	南充市	0.007	0.007	0	0	0.017	0.017	0.013	0.013	0	0	0	0	0.007	0.007
5	眉山市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	泸州市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	资阳市	0	0	0	0	0.021	0.012	0.016	0.011	0	0	0	0	0.01	0.007
8	雅安市	0	0	0	0	0.013	0.004	0.011	0.005	0	0	0	0	0.005	0.002
9	遂宁市	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	内江市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	宜宾市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	达州市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	巴中市	0	0	0	0	0	0	0.003	0.001	0	0	0	0	0.002	0.001
14	自贡市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	阿坝藏族 羌族自治州	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	广元市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	乐山市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	凉山彝族 自治州	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计		0.01	0.007	0	0	0.567	0.185	0.428	0.199	0	0	0	0	0.275	0.128

续表 5-1 四川省中药制药企业污染物产排情况统计表

序号	市州	总铬		六价铬		砷及其化合物		铅及其化合物		镉及其化合物		汞及其化合物		铬及其化合物	
		产生量 (千克)	排放量 (千克)												
1	成都市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	绵阳市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	德阳市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	南充市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	眉山市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	泸州市	0	0	0	0	2.12	1.403	5.99	4.516	0.373	0.275	0.122	0.115	4.635	3.851
7	资阳市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	雅安市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	遂宁市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	内江市	0	0	0	0	0.505	0.505	1.426	1.426	0.089	0.089	0.029	0.029	1.104	1.104
11	宜宾市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	达州市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	巴中市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	自贡市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	阿坝藏族羌族自治州	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	广元市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	乐山市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	凉山彝族自治州	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计		0	0	0	0	2.625	1.908	7.416	5.942	0.462	0.364	0.151	0.144	5.739	4.955

5.2.2 废水排放去向

根据四川省环境统计数据，2020年四川省规模以上中药制药工业企业共计130家，根据全国排污许可证管理信息平台许可信息公开数据，四川省共有中药制药工业企业121家。汇总以上数据，共梳理出四川省中药制药工业企业196家，其中生产加工废水直接进入江河、湖、库等水环境有27家，占比14.21%；进入城市污水处理厂107家，占比54.31%；进入其它单位（非集中式污水处理厂）3家，占比1.52%；进入工业废水集中处理厂37家，占比18.78%；直接进入污灌农田1家，占比0.51%；排至厂内综合污水处理站1家，占比0.51%；其它去向4家，占比2.03%；不涉及工业废水排放企业16家，占比8.12%。全省130家中药制药工业企业废水排放去向所占比例如图5-1。

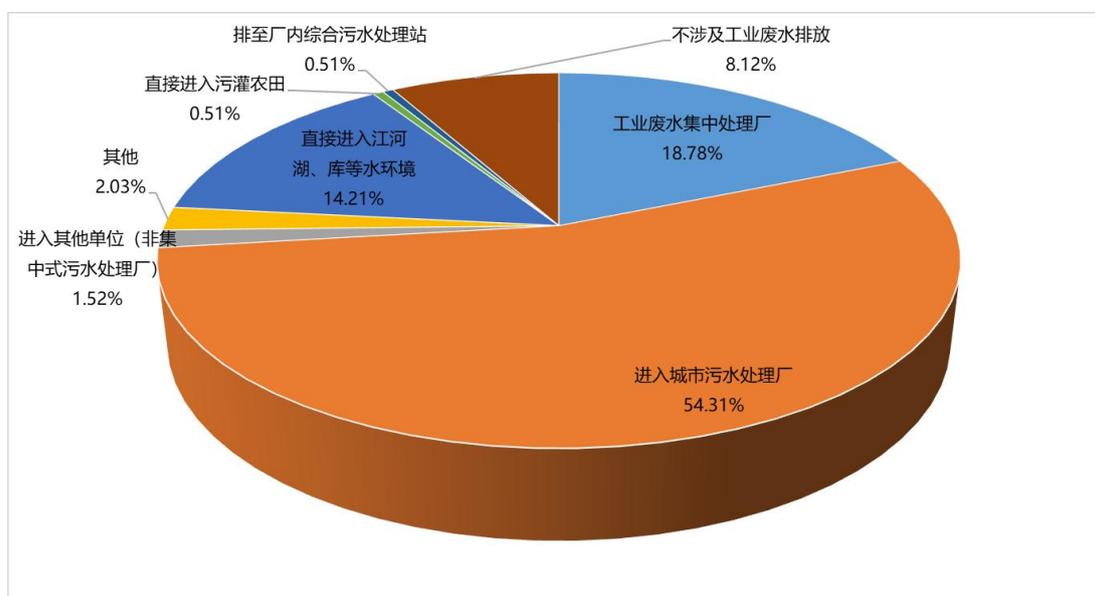


图 5-1 四川省中药制药工业企业生产废水排放去向

5.2.3 废水水质分析

中药的原料组成和生产工艺决定了中药生产废水的特征，一般情况下中药生产中的废水来源于前处理的净制工序，水提、醇提或者渗漉提取以及设备（如提取罐）、药瓶清洗等过程。中药生产废水水量相对不大，但各股废水浓度差别较大，水提法产生的废水水质有有机物、氨氮等污染物浓度相对较低，而醇提浓缩废水的有机物浓度高。同时，中药生产废水为偏酸性废水，但可生化性较好。根据项目组检测结果，中药废水水质如表所示。

表 5-2 水提法废水水质特征

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/367201143041006044>