

附件五：

毛纺工业水污染物排放标准

（征求意见稿）

编制说明

《毛纺工业水污染物排放标准》编制组

二〇〇八年四月

目 录

1 任务来源及工作过程.....	3
1.1 任务来源.....	3
1.2 工作过程.....	3
2 制订本标准的必要性.....	4
2.1 污染物排放总量控制的需要.....	4
2.2 毛纺行业发展的需要.....	4
2.3 现行标准存在的问题.....	5
2.4 末端治理向全过程控制转变.....	5
3 标准制订总体思路、方法和技术路线.....	5
3.1 本标准制订思路.....	5
3.2 标准制定的方法.....	5
3.3 标准编制技术路线.....	6
4 行业基本情况.....	6
4.1 我国毛纺织工业的发展现状.....	6
4.2 毛纺织工业生产能力和地区分布.....	7
5 生产工艺.....	8
5.1 毛纤维.....	8
5.2 洗毛工艺.....	9
5.3 毛粗纺工艺.....	12
5.4 毛精纺产品生产工艺.....	13
5.5 绒线产品生产工艺.....	14
6 污染治理工艺分析.....	14
6.1 洗毛废水的水质特点.....	14
6.2 洗毛废水处理工艺.....	15
7 控制项目设置及排放标准值的确定.....	17
7.1 时间分段.....	17
7.2 控制项目设置.....	17
7.3 排放限值的确定.....	17
7.4 特别排放限值的确定.....	19
7.5 单位产品基准排水量的确定.....	19
7.6 环境监测要求.....	19
8 与相关标准的对比分析.....	20

8.1	与《污水综合排放标准》的比较.....	20
8.2	与美国毛纺污水排放标准的比较.....	20
9	标准实施的环境经济效益分析.....	21
10	对实施本标准的建议.....	22

毛纺工业水污染物排放标准

编制说明

1 任务来源及工作过程

1.1 任务来源

2005年4月6日，国家环保总局以（环办函[2005]203号文）《关于下达2005年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》，将《毛纺工业水污染物排放标准》列入标准制订计划并向中国轻工业清洁生产中心下达了制订《毛纺工业水污染物排放标准》的任务。

1.2 工作过程

（1）2005年4月到2007年4月，中国轻工业清洁生产中心进行大量的资料调研工作，主要查阅了以下资料：

- 我国毛纺工业基本情况：主要生产企业、生产规模、工艺路线、能源消耗、发展趋势等。
- 国外毛纺工业污染物控制方法及相关污染物排放标准限值。
- 国内外毛纺工业清洁生产工艺技术以及污染物相关处理技术。

（2）2006年6月，编制组在江苏阳光集团进行了实地调研，并与江苏阳光集团签订合作协议，共同开展制订《毛纺工业水污染物排放标准》的任务。形成了起草《毛纺工业水污染物排放标准》的调研提纲，主要调研内容包括：

➤ 生产工艺

毛纺企业生产所采用的工艺路线、生产规模以及原材料、能源消耗情况。

➤ 污染物产生情况

对所有重点调研企业的生产工艺流程进行现场了解，重点了解工艺布局、清洁生产等情况，对毛纺企业生产全过程的污染物的产生点、产生量及内含主要污染物、污染物排放去向等进行了重点调研。

➤ 污染物处理现状

对调研企业现有污染物处理装置的处理工艺流程、原理、效果、主要设备及投资费用、处理费用、污染物排放去向进行了调查研究。

➤ 水质监测状况

对企业水质监测能力、监测项目、方法、主要仪器、设备及人员配备情况进行了调查研究。

（3）2007年4月25日，国家环境保护总局科技标准司在北京组织召开了“毛纺工业水污染物排放标准编制开题论证会”。会议达成了共识，即将毛纺企业洗毛过程的水污染物进行控制并制订相应的排放标准。

（4）2007年5月到9月，为了做好该标准的制定工作，使制定的标准能有利于促进产业结

构调整、工艺和污染治理技术进步，并具有适用性和可操作性，在收集国内外相关环保法规和标准等资料和数据，进行实地调研的基础上，编制组与中国毛纺织行业协会共同对毛纺行业企业的生产规模、洗毛工艺、洗毛废水产生量、废水处理工艺、废水水质及废水排放情况进行了进一步的调研，提出了现有企业和新建企业的主要污染物控制指标和排放限值，并形成了《毛纺工业水污染物排放标准》初稿。

(5) 2007年9月7—9日，国家环境保护总局科技标准司在北京召开了“全国重点行业污染物排放标准制修订工作会议”，按照会议精神和《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国家环境保护总局公告2006年第41号)、《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》(国家环境保护总局公告2007年第17号)等文件的有关规定，编制小组对《毛纺工业水污染物排放标准》(初稿)进行了修改。

(6) 2008年3月，编制组对编制说明进行了补充和完善，并最终形成了《毛纺工业水污染物排放标准》(征求意见稿)。

2 制订本标准的必要性

2.1 污染物排放总量控制的需要

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出了“十一五”期间单位国内生产总值能耗降低20%左右，主要污染物排放总量减少10%的约束性指标。这是贯彻落实科学发展观，构建社会主义和谐社会的重大举措；是建设资源节约型、环境友好型社会的必然选择；是推进经济结构调整，转变增长方式的必由之路；是提高人民生活质量，维护中华民族长远利益的必然要求。

2.2 毛纺行业发展的需要

“十五”期间是我国纺织工业历史上发展最快的五年，年均增长达到了18.9%。2005年，全国规模以上纺织工业企业产品销售收入达到了19,794亿元，全社会口径纺织纤维加工量达到2,690万吨，纺织工业每年使用国产天然纤维原料700多万吨左右，直接关系到1亿农民的生计。

在纺织工业快速发展的同时，也产生了一系列的问题，尤其是环境污染的问题。以毛纺工业为例，在洗毛过程中产生大量的难降解的高浓度有机废水，主要成分含有羊毛脂、洗涤剂、羊汗、羊粪、草屑、短毛和泥沙等杂物。洗毛污水羊毛脂含量5—20g/L，COD值一般在 4×10^4 — 6×10^4 mg/L之间，最高可达 10×10^4 mg/L， $BOD_5/COD_{Cr} < 0.1$ ，污染物产生浓度较高。

《纺织工业“十一五”发展纲要》在对“十一五”末纺织工业主要经济指标作了预测的同时，对节能降耗和环境保护指标也提出了约束性目标要求。预计到2010年，纺织纤维加工总量将达到3600万吨，其中国内纤维消费量约占纤维加工总量的75%。纺织品服装出口额将达到1800亿美元。吨纤维耗电量比2005年降低10%，单位增加值的纤维使用量比2005年降低20%，吨纤维耗水量比2005年降低20%，单位增加值的污水排放量比2005年降低22%。

2.3 现行标准存在的问题

目前，我国纺织印染工业（包括棉纺印染产品、毛纺染整产品、丝绸产品以及毛纺产品）废水排放执行《纺织染整工业水污染物排放标准》（GB 4287-1992）。由于各行业所用原材料不同、生产工艺不同，各种纺织产品的污水排放执行统一的排放标准，无法体现行业的污染特征和污染控制水平。

同时，由于洗毛废水和染色废水性质不同，国家规定洗毛工序废水执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中相关规定。标准除了对洗毛废水中 BOD₅、COD 有特殊规定以外，将其余指标都列入“其他排污单位”或“一切排污单位”。因此，《污水综合排放标准》也无法有效体现洗毛行业的污染特征和污染控制水平。

2.4 末端治理向全过程控制转变

随着清洁生产观念的不断深入，单纯的末端控制标准不利于促进企业环境保护工作的开展和工艺技术的更新。为此，必须从全过程控制的角度出发，制定符合毛纺工业自身特点的污染物控制标准。

总之，毛纺工业污染物控制标准的制订，将在淘汰高污染及落后的生产工艺、促进采用无污染、低污染的先进生产工艺及促使企业采用先进的污染治理措施方面发挥重要作用，从而使我国毛纺工业走上高效、低污染的发展轨道，这对于保护生态环境、保障人民的身体健康都具有十分重要的意义。

3 标准制订总体思路、方法和技术路线

3.1 本标准制订思路

（1）根据国家有关环境管理的政策法规、技术标准和国家产业政策和环境资源状况，在毛纺行业环境管理技术平台上进行现状调查，在对本行业的生产规模、生产工艺、技术水平进行分析比较的基础上，既考虑毛纺行业目前的具体状况，以及地区之间的经济技术条件和水源情况的不同，又考虑毛纺行业的技术进步和毛纺行业未来的发展趋势，对现有企业和新建企业进行分别考虑。

（2）标准限值包括：最高允许浓度排放限值和单位产品基准排水量这两类，以期对污染源排放水平进行科学合理的考核。

（3）根据环境保护工作的要求，同时为严格控制企业的污染物排放行为，对在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区所属的毛纺企业，标准规定了水污染物特别排放限值。

3.2 标准制定的方法

通过现场调研和发放调查表的方式，了解对毛纺工业不同原料、生产工艺、生产规模、污染

物的特点和污染物处理方法。通过收集有关毛纺业污染控制的学术期刊文献、建设项目环评报告及国内外相关环保法规和标准等资料和数据，在此基础上，结合调研和调查反馈的内容，对我国毛纺工业生产和污染治理现状进行经济、技术评估，参考国内外相关污染物排放标准，依据国家相关政策和法规，最后确定毛纺工业水污染物排放控制项目、标准限值和单位产品基准排水量。

3.3 标准编制技术路线

标准制定的技术路线见图 3-1。

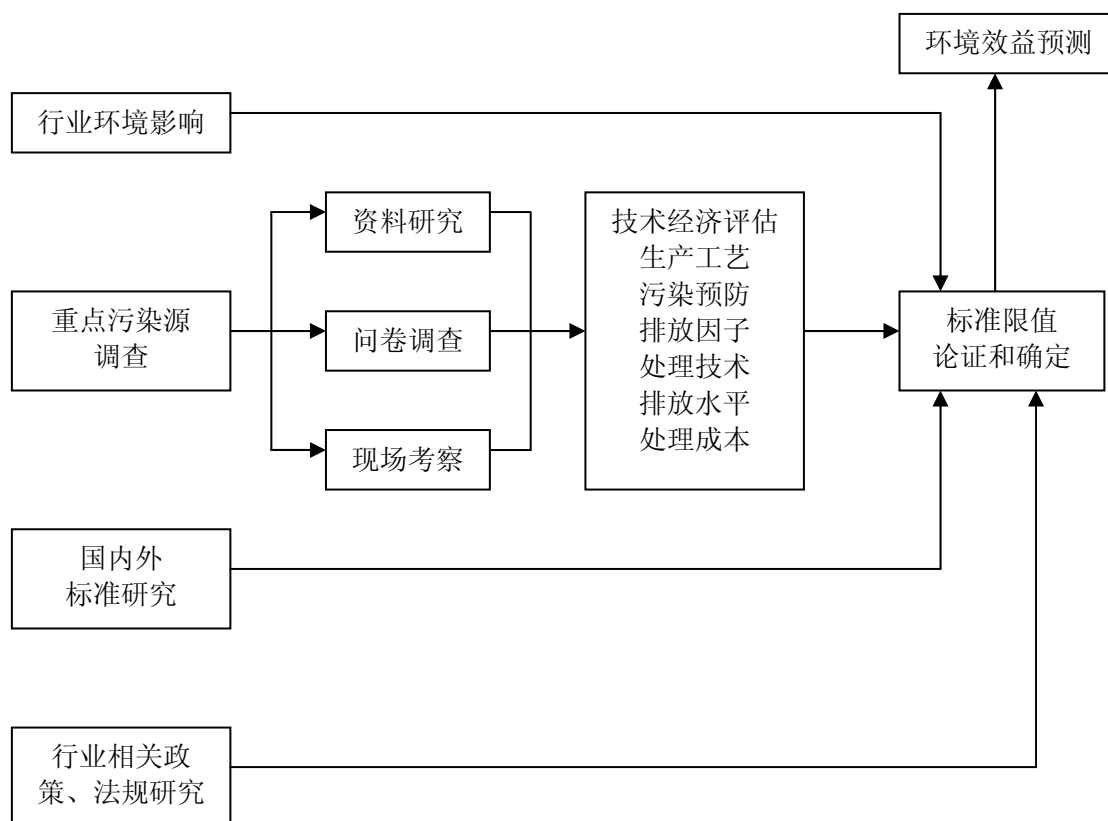


图 3-1 标准制订的技术路线

4 行业基本情况

4.1 我国毛纺织工业的发展现状

毛纺织及其染整行业是我国纺织工业中重要的和悠久的历史行业。我国毛纺织纤维的加工量约占纺织工业纤维加工量的 5%~8%左右。

毛纺织是指由羊毛纤维或其他动物毛纤维通过纺纱、织造、染整等工序加工而成的纯毛织物。也有相当数量的毛织物是由羊毛纤维或其他动物毛纤维（山羊绒、驼毛、兔毛等）与一定比例的化学纤维混合均匀，再通过纺纱、织造、染整等工序加工而成的各种混纺毛织物。

2005 年毛纺行业在发展过程中尽管遇到了资金紧张、燃料动力价格持续上涨、贸易摩擦升级、人民币升值、市场竞争进一步加剧等多重困难，但是经过了市场经济风浪不断洗礼的广大企

业能够及时调整经营策略，积极应对各种挑战，全年行业经济运行总体保持了良好的发展态势。2005年1271户规模以上毛纺织完成销售产值1008亿元，同比增长了32%；完成出口交货值233亿元，同比增长19%。

虽然我国纺织工业在后配额释放期过后的增长速度会放慢，中欧、中美关于纺织品服装贸易谅解备忘录的签署，对毛纺行业造成直接影响的品种有欧盟5类（毛衣）、美国443类（毛制西装套装）和447类（毛制裤子）等，但随着世界经济一体化的不断深入和国际产业分工格局的调整，我国纺织品流向世界、流向欧美的趋势是不可逆转的。

下表为2000-2005年我国主要毛纺产品的出口情况。

表4-1 2000-2005主要毛纺产品出口情况变化

产品 \ 年	2000	2001	2002	2003	2004	2005
毛条（吨）	5296	8101	3894	13430	18331	27887
精纺面料（万米）	2548	2097	3916	5380	7500	7502
粗纺面料（万米）	974	884	1018	1062	1575	1767
羊毛毯（万条）	39	66	53	160	103	90
化纤毛毯（万条）	2166	3204	5766	12469	19556	25425
毛织针服装（万件）	24802	26008	25809	29441	36270	28600

4.2 毛纺织工业生产能力和地区分布

全球羊毛加工企业目前主要集中在远东、欧洲和中东地区，据统计，2004年全球羊毛加工124.1万吨（净毛），我国的羊毛加工34.62万吨，占全球总量的28%。

表4-2 1995-2004全球羊毛加工数量地区分布变化情况

单位：万吨（净毛）

国家	1995年	2000年	2002年	2003年	2004年
西欧	40.78	38.54	28.46	25.03	24.96
其中：意大利	17.71	17.68	13.32	10.98	11.01
东欧、前苏联	10.63	13.18	12.75	12.83	12.20
其中：俄罗斯	2.18	3.09	2.90	2.56	2.74
远东	53.61	51.53	45.15	37.00	40.52
其中：中国	35.97	40.91	35.69	30.56	34.62
印巴、东南亚	13.77	17.14	16.88	16.59	16.42
其中：印度	7.99	10.29	11.07	11.09	11.11
北美	5.48	3.13	1.81	1.69	1.92
其中：美国	4.95	2.56	1.33	1.25	1.59

国家	1995年	2000年	2002年	2003年	2004年
中南美	4.72	4.38	3.38	3.85	3.98
其中：阿根廷	1.23	0.48	0.41	0.53	0.73
中东	13.73	12.84	12.57	12.52	13.17
其中：土耳其	8.59	7.45	7.70	7.90	8.24
非洲	7.34	7.40	7.24	6.89	6.91
其中：苏丹	1.90	2.25	2.25	2.25	2.25
大洋洲	4.49	4.25	4.16	4.22	4.03
其中：新西兰	2.02	2.24	2.44	2.38	2.29
全球合计	154.6	152.4	132.4	120.6	124.1

从国内毛纺行业的地区分布来看，我国的毛纺行业主要分布在江苏、山东、河北、广东、浙江和上海等地，这六个省的毛纺织品的销售产值占到了全国总量的85.92%。

表4-3 2005年各地区规模以上毛纺织企业销售及利润完成情况

地区	销售产值份额 %	出口交货值份额 %	利润总额份额 %
全国	100.00	100.00	100.00
江苏	35.55	23.87	40.63
山东	13.94	15.61	13.50
河北	12.16	3.14	20.31
广东	10.64	31.22	0.00
浙江	10.10	12.03	10.69
上海	3.53	5.55	5.71
6省市合计	85.92	91.42	90.84

5 生产工艺

5.1 毛纤维

毛纤维是重要的动物纤维，它的主要化学成分是蛋白质。毛纤维中最重要的是绵羊毛，其他还有山羊毛（又称开司米）、马海毛（原产于土耳其安哥拉省的一种山羊毛）、骆驼毛和兔毛。牦牛绒是我国的特产，近年来开发出多种牛绒纺织新品种。羊毛纤维的长度和细度根据羊的品种、产地及生长在羊身上的部位不同而在很大范围变动，大致羊毛纤维长度在25~300mm，细度在10~40 μ m之间。

羊毛纤维细长而卷曲的结构使它手感柔软细腻，保温性好。而且羊毛纤维表面具有鳞片结构，这是其他所不具有的特点。这种鳞片结构使得羊毛在湿热条件下，在水溶液中经机械外力作用后，纤维集合体会逐渐收缩紧密，并相互穿插纠缠，以致最后纤维间不能发生相对运动而较之毡化。这种性能称为羊毛的缩绒性。这就是毛织物不适于水洗而需用有机溶剂进行干洗的原因。

5.2 洗毛工艺

5.2.1 羊毛清洗简介

羊毛中主要的非纤维成分是羊毛脂、汗液和土杂等。羊毛脂和羊汗分别由羊身上毛囊基部中的皮脂腺所分泌，而土杂则是在放牧过程中随风吹入或是在草地上沾上的尘土、沙和泥。这些沾污毛纤维的杂质必须通过洗毛除去。表 5-1 中列出三种羊毛（A、B、C）的组成。

表5-1 羊毛的组成

羊毛成分	A	B	C
水分 (%)	23.08	12.88	13.28
羊毛脂 (%)	7.70	15.66	34.19
羊汗 (%)	21.48	22.48	10.65
尘土 (%)	2.93	23.64	8.38
钙皂 (%)	1.74	6.21	1.39
羊毛纤维 (%)	43.10	20.64	32.11

使用羊毛纤维进行纺纱、织造、染色之前，必须将这些杂质去除掉，使其成为纯净的具有可纺性纤维，这一过程称为洗毛。洗净后的毛纤维称为洗净毛。

根据具体的生产工艺，可以把洗毛分为碱性、中性和酸性三种，其中碱性洗毛使用得最广泛，也最重要。

(1) 碱性洗毛

碱性洗毛，羊毛在 pH 值 8.5~9.5 的洗液中进行洗涤，其可纺性、抗静电性和吸水性都比较有利，因此碱性洗毛方法在生产中使用也比较普遍。

由于羊毛对碱敏感，所以制定工艺时除选择洗毛剂和增效剂两者最佳浓度条件外，对于 pH 值、洗液温度及烘毛温度等的安排和掌握，较中性洗毛更需仔细，以防损伤纤维。碱性洗毛的操作温度不得超过 60℃，洗液的 pH 值为 8.5~10。

碱性洗毛目前主要为皂液洗毛。皂液洗毛是沿用较久的洗毛方法，即肥皂与纯碱配合使用的方法。皂洗工艺装置是由多个洗涤槽和漂洗槽组成的。洗涤槽中皂碱的浓度按各种羊毛中所含油脂的性质、数量和其他杂质多少面而定。一般皂液浓度达 0.2% 即可乳化羊毛脂，pH 值控制在 11 以下，温度在 50℃ 以下。漂洗槽 pH 值应在 9 以下，以免对羊毛纤维造成损伤。总的洗毛流程为 10~20min。

皂碱洗毛剂初加量的控制系根据不同品种羊毛油脂的乳化性能，以测得最易乳化羊毛脂的洗毛剂浓度为基础。一般国产羊毛以皂液浓度达 0.2% 时最易乳化羊毛脂，碱液浓度应控制在 0.2% 以下，以防损伤毛纤维。由于碱液在软化水质时有消耗，因此在洗毛水质较硬时纯碱用量就应稍多。此外，还应考虑充分利用纯碱能与羊毛脂形成天然肥皂而乳化羊毛脂的作用，在第 1 加料

槽应为碱多皂少，同时为了保证净洗质量；第2加料槽以皂多碱少为原则，基本上以连续追加为合适，掌握先多后少。

不同的洗毛方法对洗净度、损伤度以及后续加工的影响间存在微妙关系。如有研究表明，在pH值为10的碱性条件下洗的毛，在染色工艺中，30s毛纤维周边已染色，60s纤维芯全部被染色。在pH值为4.9(等电点)时洗毛，毛损伤虽然最小，但染色试验表明，60s羊毛还未被染料浸透，要10min以上才能全部染上色。以上说明，用碱性洗毛的毛纤维纺织加工性能较好，而且可纺性、抗静电性、吸水性也较好。

(2) 中性洗毛

指用水溶液呈中性的合成洗涤剂洗毛。

中性洗毛，洗液的pH值为6~7，洗液的温度可适当提高(50~60℃)，这不仅减少羊毛的损伤，还能提高洗涤效果。中性洗毛的洗净毛比碱性洗毛法柔软、洁白和松散，贮藏日久不易泛黄，纤维在梳毛机上的损伤较少。因此，中性洗毛是值得推广应用的新工艺。

(3) 酸性洗毛

这种方法使用较少，主要适合于含羊毛脂低而且含土杂量高的羊毛。如我国西北地区产的羊毛，由于羊群放牧在日光辐射强度大，气候变化大，盐碱土壤多的高原地带，羊毛油脂含量少，土杂含量高，毛纤维的强性和强度比较差，这种羊毛如用碱性洗毛，因土壤中含钙、镁元素的化合物多，使洗液水质不断变硬，碱性变化难以控制，使毛在洗涤过程中易受损伤。而这种羊毛在酸性介质中羊毛等电点附近(pH=4.9)，受损伤较少，羊毛膨胀也最小，化学稳定性高。因此在洗毛过程中，在使用合成洗涤剂的同时，加入少量醋酸、甲酸或磷酸，控制pH在4.8~6范围进行洗毛，这种方法叫酸性洗毛。它的手感、弹性比碱性洗毛的同样产品好，色泽也较鲜明，但要注意酸对机械设备有腐蚀作用，有些部件要改用耐酸材料制造。

总之，洗毛的条件应根据羊毛的具体情况而确定。羊毛洗涤质量的好坏是以羊毛含脂率和非脂杂质多少来衡量，羊毛中非脂杂质含量越低越好，而羊毛脂则应保留一定含量以使羊毛手感柔软、丰满，并有利梳毛和纺织过程的进行。

5.2.2 洗毛装置

洗毛设备也有多种型式，在乳化洗毛中广泛使用的是耙式洗毛机，并常和开毛、烘毛设备相联，称为开洗烘联合机。此外，还有喷射洗毛机、滚筒洗毛机、超声洗毛机等。

开洗烘联合机由开松、洗毛、烘干三部分组成。开松部分的主要作用是开松、除杂，把块状原毛开松，除去大量砂土杂质。洗毛部分的主要作用是除去羊毛脂、羊汗和砂土杂质。洗毛机的槽数随所洗羊毛的品质、含脂汗和土杂的量而定，一般有3~5槽。对含脂多的细毛多用4~5槽，中国产改良细羊毛含脂和土杂较多，宜用5槽。在5槽洗毛机上，第1槽一般不加洗剂，起浸湿羊毛和洗去部分砂土杂质的作用；第2、3槽加入按工艺规定量的洗剂进行洗涤，达到去除羊毛脂的目的；第4、5槽用清水漂洗。羊毛在各洗槽的行进是靠洗毛耙推动的，因而这种机器称为耙式洗毛机。经末道洗槽压辊出来的羊毛仍含有约40%的水分，送入烘干部分进行干燥，

使净毛达到规定回潮要求。烘干部分采用圆网滚筒烘干机，一般由 3~6 只圆网滚筒组成，利用热空气对流传热达到干燥羊毛的目的，也可采用单层帘式多次加热烘干机。

下图为开洗烘联合机示意图。

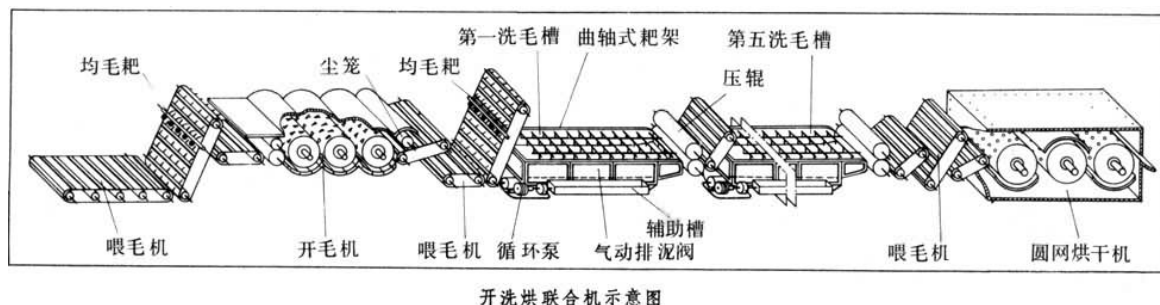


图5-1 开洗烘联合机示意图

5.2.3 羊毛清洗工艺

(1) 洗毛

洗毛可在单独的洗毛厂进行，也有不少毛粗纺厂或毛精纺厂在附设的洗毛车间进行洗毛。洗毛生产工艺如图 5-2 所示。

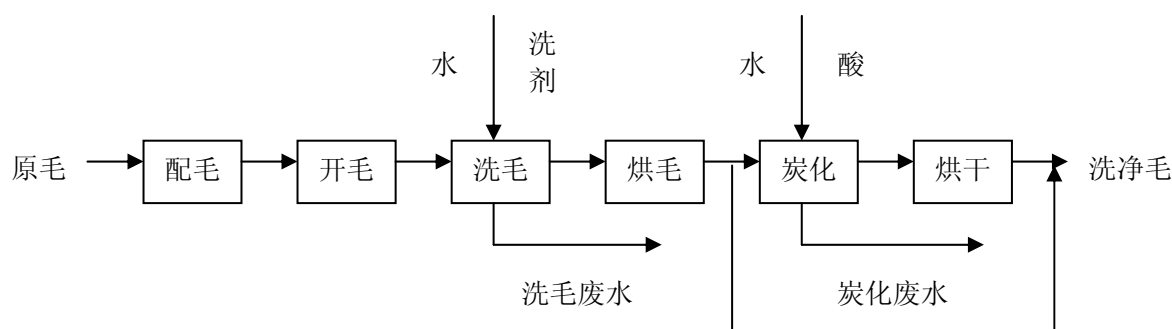


图5-2 洗毛生产工艺

洗毛以水为溶剂，加入一定量的纯碱及清洗剂，经过一定的物理化学作用，去除羊毛所含的羊汗、羊毛脂等物质。国产洗毛机一般多为五槽式联合洗毛机，进口洗毛机则大多为六槽甚至七槽。

如果原毛中草杂较多，还需要经过炭化，炭化过程主要是去除羊毛中含有的植物性杂质（草籽、草叶等），将含杂质的洗净毛在酸液中通过，再经烘焙，使杂质变为易碎的炭质，再经过机械搓压打击，最后利用风力将其分离。去除杂质的羊毛再采用中和的办法，去除羊毛上含有过多的酸，经烘干成为炭化洗净毛。

(2) 复洗

毛条制造过程中复洗工序的目的是对毛条进行一次热湿处理，消除纤维的疲劳和静电，并对

纤维进行一次定型，同时在复洗时可以洗去油污、浸轧油剂助剂，对于染色后的毛条或化纤条有清洗浮色和染色助剂的作用。

对于本色毛条，如与染色后的纤维条相拼，也需要经过复洗进行预处理；绒线用本色毛条，如有一定的贮存时间，也可以不经过复洗。

(3) 洗呢

洗净呢坯中的油污、杂质，使织物洁净、便于染色和后道加工，同时根据产品的风格要求和呢坯情况使洗后织物手感松软、丰满、光泽柔和，并有良好的身骨。这对于精纺织物尤其重要。

洗呢就是利用洗剂溶液润湿毛织物，并渗透到毛织物内部去，经过机械的挤压、揉搓作用，使污垢脱离织物。不同的洗剂具有不同的净洗效果，对各种毛织物会产生不同的影响。洗呢时应根据产品的风格要求、呢坯情况(含污、条染、散毛染、匹染、原料)等合理选择配用。精纺全毛中厚花呢有时采用二次皂洗，可使手感活络而丰厚，避免一次皂洗时过浓而引起织物毡化起毛和浪费用料，或洗剂用量不足而影响洗净及手感。粗纺厚织物也有采用二次皂洗洗净织物的。

(4) 缩呢或缩绒

毛织物在缩剂、温度和压力作用下，可发挥羊毛的缩绒性能，使织物紧密，手感丰厚柔软，表面具有绒毛，达到规定长度、宽度和单位质量，增进织物的耐用和保暖性能，美化外观。缩呢主要用于粗纺毛织物。部分精纺毛织物也有采用轻缩呢，使手感柔软。粗纺产品常用的缩呢方法有碱性缩呢、中性缩呢及酸性缩呢等。

缩剂要求润滑作用好，渗透性强，净洗力高，本身容易洗涤。缩剂的使用浓度按织物品种和含油污程度的不同而不同。重缩绒织物所用缩剂的浓度宜高些。缩剂浓度小，润滑性差，落毛增加，缩后织物绒面较差，手感松薄；但浓度过高，加料不匀，缩呢作用慢且不易均匀。

5.3 毛粗纺工艺

5.3.1 粗纱生产工艺

粗纱生产工艺如图 5-3 所示。



图5-3 粗纱生产工艺

配毛即指将各种洗净毛原料搭配使用。和毛要重复多次，以保证毛质量，和毛过程中要加入和毛油，和毛油由油剂、乳化剂和水组成。乳化剂的作用是使油剂加速形成极小的液滴，并均匀分散在水中形成乳化液，这样可使油均匀地分布在毛纤维上。但当羊毛与化学纤维混纺时还需投加一定量的抗静电剂。混合均匀的毛经过多次梳理，最后制成可纺性的粗纱。

5.3.2 毛粗纺产品生产工艺

毛粗纺产品生产工艺又分为坯染工艺和散毛染色工艺。

毛粗纺坯染生产工艺为织成白色坯布后再染色，生产产品为单一颜色。

毛粗纺散毛染色生产工艺为先染色后织造，生产各种花呢等色织产品。

其中，毛粗纺坯染生产工艺如图 5-4 所示。

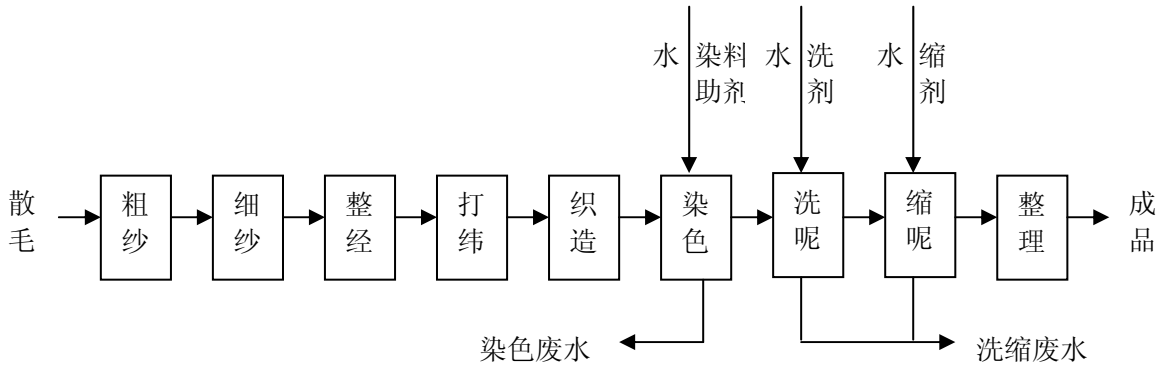


图5-4 毛粗纺坯染生产工艺

5.4 毛精纺产品生产工艺

由于精纺产品多为薄型织物，使用纤维较细长，其纺纱工艺要求相对较严格。毛精纺产品生产工艺又分为毛精纺条染生产工艺和毛精纺坯染生产工艺。其中，毛精纺条染生产工艺如下图所示。其中，纺纱工序分为前纺、细纱和后纺，前纺是指由毛条加工成粗纱，后纺指根据产品需要，将细纱并线加捻至股线，或直接络成单纱筒子。

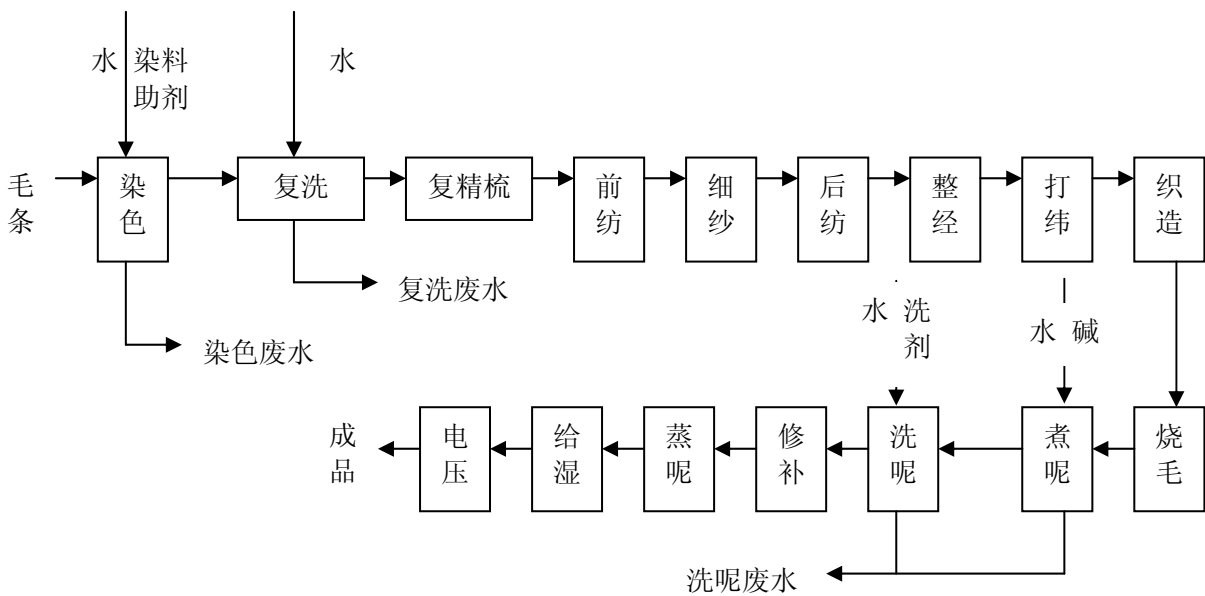


图5-5 毛精纺条染生产工艺

5.5 绒线产品生产工艺

绒线的纺纱系统基本属于毛精纺系统,绒线产品生产工艺又分为高粗绒线生产工艺和细绒线生产工艺。一般来说,高粗绒线不需经过复精梳。

其中,细绒线生产工艺如下图所示。

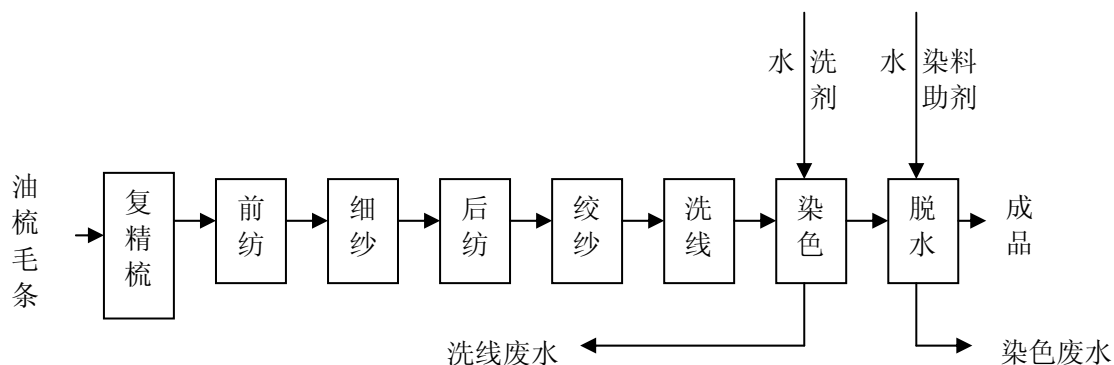


图5-6 细绒线生产工艺

6 污染治理工艺分析

6.1 洗毛废水的水质特点

洗毛废水是洗毛生产工艺排出的高浓度有机废水,是目前世界上较难治理的废水之一,主要成分是羊毛脂、羊汗、泥土、羊粪等,其中羊毛脂是废水中 COD 和 BOD 的主要成份。羊毛脂在水中呈乳化状态,洗毛废水常呈棕色或浅棕色,表面覆盖一层含各种有机物、细小悬浮物以及各种溶解性有机物的含脂浮渣。洗毛废水水质与羊毛品种、洗毛工艺耗水量等因素有关。表 6-1 为国产洗毛机和进口洗毛机洗毛废水水质情况。

表6-1 洗毛废水水质

洗毛机类别	洗槽	COD (mg/L)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)
国产	一、二、三槽混合水	32700	1050	7880
	四、五槽混合水	1000	480	210
进口	一、二、三槽混合水	25600~47000		
	四、五、六槽混合水	1500~4500		

备注: 洗毛废水的浓度与洗毛的用水量有关,又因为废水中泥沙含量较高,故水质与采样的方式、时间(洗毛水循环周期的长短)等因素均有关系。

6.2 洗毛废水处理工艺

6.2.1 羊毛脂的提取

羊毛脂是羊身上脂肪腺的分泌物，它随着羊毛的生长而粘附在羊毛的表面。通常羊毛脂将羊毛粘结而形成毛束，从而可减少羊毛对外界暴露的表面，防止尘沙进入，以保护羊毛的物理化学性质不受或少受影响。因此羊毛保持一定的含脂率是非常必要的。含脂率过低，将会影响到羊毛的理化性质；反之，含脂率过高，则会影响到净毛率，这是毛纺企业在选购羊毛时比较关注的问题。一般细羊毛的含脂率较高，而粗羊毛的含脂率则较低，土种羊毛的含脂率更低，表 6-2 为各种羊毛的羊脂含量和羊汗含量。

表6-2 各种羊毛的羊脂含量和羊汗含量

羊毛种类	羊脂含量（对原毛）%	羊汗含量（对原毛）%
我国细羊毛	10~19	7~10
我国土种羊毛	3~7	8~11
澳洲羊毛	14~25	4~8

羊毛脂的主要成分是高级脂肪酸、脂肪醇和脂肪烃的混合物，这些酸和醇既有一部分结合成酯的状态存在，也有一部分以游离状态存在。其中高级脂肪酸约占 45%—55%，高级一元醇约占 45%—55%。脂肪烃只占羊毛脂的 0.5%。

洗毛废水最大的特点，就是羊毛脂含量高，造成这类废水 BOD、COD 值极高，所以羊毛脂的提取是一重要的处理环节。而羊毛脂是经济价值较高的化学品，具有广泛的用途，广泛应用于高级化妆品、医药膏剂的制造，还可作为特种油剂、皮革鞋剂、低温润滑剂、防锈剂及其它精细化工产品的原料。若最大限度的回收羊毛脂，不仅有利于降低废水中的含脂量及 BOD、COD 值，同时也提高了经济效益。

从洗毛废水中提取羊毛脂的方法很多，主要包括：

(1) 机械离心法

国外在四十年代已将此法应用于实际。它的基本流程是：废水预先在离心机上将较大的固体颗粒分离，然后在一专门的罐内加热到85℃左右（若在离心机上装有加热套，则不需此设备），再流到较小的离心机上进行油脂分离回收。该法工艺流程简单，缺点是分离效率低，一般只有30%—40%，适宜的废水含脂浓度为0.9%—1.1%，而当浓度低于10g/L时，回收效率更低。目前，我国许多毛纺厂仍采用此法。

(2) 气浮法

原理为废水中油附着于气泡后浮力增大，上浮速度增加。例如，某毛纺厂采用在0.392—0.441MPa压力下，使空气溶入溶气缸内的废水中，然后在浮选池内释放，在极短的时间内形成大量的微气泡，这些气泡与废水中的羊毛脂絮体相互撞击粘附，形成密集牢固的混聚颗粒，在气泡

浮力的作用下迅速上浮至液面。

单独使用气浮法分离效果往往不理想，仅能去除30%—45%的羊毛脂和悬浮物。所以，一般都要投加无机凝聚剂和高分子絮凝剂，以提高浮选效果。

(3) 混凝法

该法包括调整pH值、凝聚、絮凝、吸附等过程。向废水中投加无机凝聚剂，使水中的油脂微粒和胶状物质与悬浮固体颗粒凝聚，再投加有机高分子絮凝剂和助凝剂，使悬浮物形成絮状物，使其上浮或沉淀，混絮法中还有酸裂法和电解法，也就是利用酸破乳或电解破乳的方法。该法所得羊毛脂黑且有恶臭，硫酸耗量大，废水不能回用，仅适用于皂洗羊毛。

(4) 萃取法

萃取处理法是利用分配定律的原理，用有机溶剂作萃取剂萃取废水中的羊毛脂，达到回收目的的。萃取法常和其他方法一起使用，如：化学沉淀萃取法，酸裂—萃取法，离心萃取同步法，但投资大，溶剂损耗大。

(5) 超滤法

1970年代起，随着膜分离技术的发展，超滤技术开始用于洗毛废水的处理。其分离机理主要是应用膜的筛分效应。由于膜的孔径一般在0.2—0.4纳米，比直径为0.01—50微米的脂类油滴要小得多，因此，理论上水和低分子物质可透过滤膜，而脂能全部被膜截留。

以上的各种羊毛脂提取方法中，应用较多的主要有离心法和超滤法，离心法最普遍。

6.2.2 洗毛废水治理工艺

洗毛废水的典型治理流程见图 6-1 所示。流程中，洗毛废水为经提取羊毛脂后二槽、三槽废水和一槽的浸洗废水的混合废水。

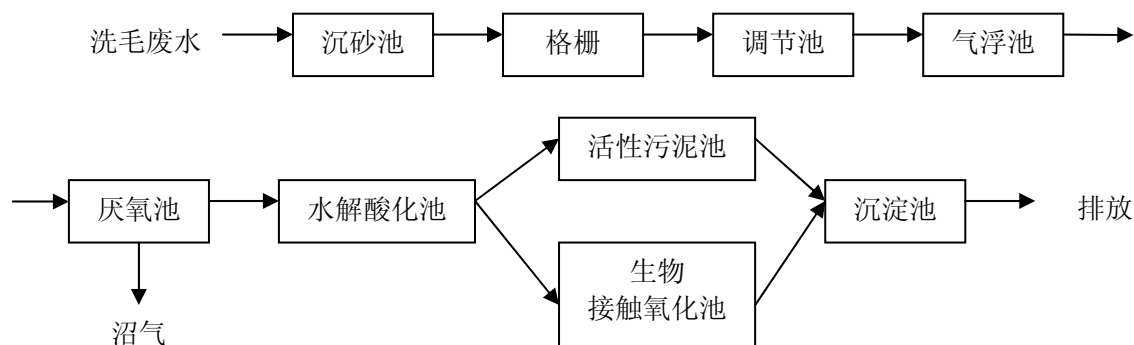


图 6-1 洗毛废水治理典型流程

部分毛纺织企业同时有洗毛工艺和染整工艺，洗毛废水经过提取羊毛脂和厌氧处理后，再与企业生产过程中排放的染色废水混合进行好氧处理。其后是否还需进行化学投药处理实现达标排放，应根据洗毛废水与染色废水比例而定。如染色废水量较大，有机污染物含量较低，可能不需再进行化学投药处理。这是因为洗毛废水量远小于印染废水量，而且由于经适度处理的洗毛废水

加入后可以改善混合废水的可生物降解性能，提高治理系统的治理效果。为了去除洗毛过程残留的草刺等植物杂质，需加酸使其炭化。洗净毛经炭化排放的废水成弱酸性，有机物含量较低。这种废水与提取羊毛脂后的洗毛废水混合，可明显降低洗毛废水浓度，处理工艺的有机负荷降低，有利于处理工艺的达标排放。

7 控制项目设置及排放标准值的确定

7.1 时间分段

现有毛纺企业自 2009 年 1 月 1 日起执行标准表 1 的排放限值，自 2010 年 7 月 1 日后执行表 2 的排放限值，新（包括改、扩）建的毛纺生产企业自标准实施之日起执行标准表 2 的排放限值，不再执行 GB 8978-1996《污水综合排放标准》。

7.2 控制项目设置

洗毛废水是洗羊毛生产工艺排出的高浓度有机废水，主要成分是羊毛脂、羊汗、泥土、羊粪等，表面覆盖一层含各种有机物、细小悬浮物以及各种溶解性有机物的含脂浮渣。根据洗毛废水的特点，本标准确定水污染物排放控制指标为 pH 值、COD、BOD₅、总磷、总氮、氨氮、SS、动植物油和单位产品基准排水量。国外如美国的同类标准，也同样选择上述项目作为控制指标。

7.3 排放限值的确定

7.3.1 pH 值

本标准参照了国内和国外对洗毛废水 pH 值的要求，规定洗毛废水的 pH 值为 6~9。

洗毛废水的 pH 值主要受洗毛工艺的影响。根据洗毛剂的不同，包括中性洗毛、碱性洗毛和酸性洗毛。在中性洗毛中，洗液的 pH 值为 6~7，无需专门处理就可以达到本标准的要求。碱性洗毛，可纺性、抗静电性和吸水性都比较有利，因此碱性洗毛方法在生产中使用也比较普遍。碱性洗毛洗液的 pH 值在 8.5~9.5 之间。采用酸性洗毛的方法可以清除碱土杂质的碱性影响，保护羊毛纤维原来的弹性和强度，降低毡化缩绒的程度，酸性洗毛废水偏酸性。对于碱性洗毛废水和酸性洗毛废水可以通过与其他废水混合和中和处理等方式达到本标准的要求。

7.3.2 化学需氧量（COD）和生化需氧量（BOD₅）

（1）COD 和 BOD₅ 的产生

COD 和 BOD₅ 是洗毛废水的主要污染物，羊毛脂、羊汗、泥土、羊粪等都是洗毛废水 COD 和 BOD₅ 污染负荷高的重要原因。

目前国产洗毛机一般由五只洗槽组成：第一槽为浸泡槽，第二、三槽为洗涤槽，在其中加入洗涤剂，第四、五槽为清洗槽。进口洗毛机由六只洗槽组成。采用不同的洗毛工艺洗毛时，其单位耗水量不同。洗毛废水的水质随羊的饲养条件、季节、气候等而略有差异。对连续洗毛的五个洗槽中每一个槽所排出的废水水质差别也很大。一般情况下，第一槽多泥砂和羊汗，第二槽、第

三槽多羊毛脂、泥砂和洗涤剂，第四、五槽则污染物较少。

(2) 洗毛废水的处理

羊毛脂含量高是造成洗毛废水 BOD、COD 值高的最主要原因，所以羊毛脂的提取是一重要的处理环节。

洗毛废水经过沉淀及提取羊毛脂后，其有机污染物含量COD约为5000~10000 mg/L，BOD₅约为4000~5000mg/L，属于可生物降解性较好的有机性废水。因此处理工艺采用以生化工艺作为处理的主工艺，同时，对于结合纺织染整废水的污水厂，也可采用厌氧——好氧串联工艺。

通过实际调研，对于洗毛废水通过隔油、气浮、兼氧（或厌氧）、好氧等处理工艺，排水的COD能够控制在250 mg/L以内，BOD能够控制在100mg/L以内，通过增加处理工艺（如物化处理）和优化废水处理工艺参数，COD能达到120~150 mg/L，BOD能够达到20~45 mg/L。因此，本标准规定现有毛纺企业洗毛废水COD的排放限值为120mg/L，BOD的排放限值为30mg/L。

在现有企业中，江苏地区的毛纺企业的COD已经在执行60 mg/L，江苏某企业的洗毛废水在羊毛脂提取后，与印染废水混合处理，处理方案采用厌氧——好氧——物化处理工艺，工艺流程为：污水→格栅→调节池→厌氧池→兼氧池→好氧池→沉淀池→折板絮凝剂→物化沉淀池→排放井→污泥池→污泥脱水机→干污泥外运，通过该处理工艺流程，废水COD能够达到60 mg/L，BOD能够达到20mg/L。因此，本标准规定新建毛纺企业洗毛废水COD的排放限值为80mg/L，BOD的排放限值为20mg/L。

7.3.3 总磷、总氮和氨氮

洗毛废水中的总磷、总氮和氨氮主要来源于洗毛剂及羊毛原料中的羊粪、羊尿。

总磷通过采用物化沉淀处理后浓度能够达到 1 mg/L 左右；氨氮在生化处理后浓度能够达到 10mg/L 左右；总氮处理后浓度能够达到 15~25mg/L。

通过国内洗毛废水的处理工艺分析，结合国内毛纺企业的实际情况，本标准规定现有毛纺企业洗毛废水总磷的排放限值为 1.0mg/L，总氮的排放限值为 25mg/L，氨氮的排放限值为 15mg/L，新建毛纺企业洗毛废水总磷的排放限值为 0.5mg/L，总氮的排放限值为 20mg/L，氨氮的排放限值为 10mg/L。

7.3.4 悬浮物 (SS)

洗毛废水中的 SS 的浓度一般为 550~1000 mg/L，采用目前的处理技术和水平 SS 的去除率为 80%~90%，按照 SS 的平均进水浓度和较高去除率计算，排出废水 SS 的浓度大约在 70mg/L 左右，因此，本标准规定现有毛纺企业洗毛废水 SS 的排放限值为 70mg/L，对于新建毛纺企业，通过采用先进工艺，可以将 SS 的产生浓度控制在 600 mg/L 以内，因此，新建毛纺企业洗毛废水 SS 的排放限值为 60mg/L。

7.3.5 动植物油

对洗毛废水中的动植物油，首先要生产时进行油脂提取，提取后废水中的油脂浓度一般在 5000 mg/L，废水处理时，采用物理化学相结合的气浮法，处理后浓度可以达到 10~15 mg/L。

本标准规定现有毛纺企业洗毛废水动植物油排放限值为 15mg/L，新建毛纺企业洗毛废水动植物油排放限值为 10mg/L。

7.4 特别排放限值的确定

根据环境保护工作的要求，在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，本标准将严格控制上述地区企业的污染物排放行为，执行表 3 规定的水污染物特别排放限值。其排放限值参照城镇污水处理厂排入地表水域一级 A 标准制定。

7.5 单位产品基准排水量的确定

洗毛废水水量随洗毛机型号、羊毛品种及洗毛工艺有所不同。在《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）没有规定洗毛废水的最高允许排水量。一般来讲，目前国内洗毛设备和加工水平，每生产 1t 洗净毛或毛条，平均耗水量需要 40t。个别先进企业通过水循环利用的方式达到 30 m³/t 毛。因此，本标准规定现有毛纺企业的单位产品基准排水量为 40m³/t 毛，新建毛纺企业的单位产品基准排水量为 30 m³/t 毛。

7.6 环境监测要求

7.6.1 建立监测系统

新建企业应按照《污染源自动监控管理办法》的规定，建立、运行并维护水污染物排放自动监控系统，并与监控中心联网，保证任何时候都能监测到系统的污水排放情况，减少事故运行的次数。任何监测系统的中断或故障均应立即进行维修或校正。

各地现有企业安装水污染物排放自动监控设备的要求由省级环境保护行政主管部门规定。

7.6.2 采样与监测

采样与监测按《环境监测技术规范》的要求进行。

(1) 生产企业废水的综合排放口，其设置原则应为集中排放，以便于管理，设置排放口原则为 1 个总污水排放口。

(2) 采样点设在污染物排放监控位置，设置永久性标志。

(3) 对企业水污染物排放情况进行监测的频次、采样时间等要求，应能反映真实排污情况和环境保护治理设施的处理效果，并使工作量最小化。具体按国家有关污染源监测技术规范的规定执行。

(4) 监测分析方法均选用现有的国家标准或环境保护行业标准。

8 与相关标准的对比分析

8.1 与《污水综合排放标准》的比较

本标准排放指标限值与《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)的对比见表 8-1。

本标准现有毛纺企业的排放限值比《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)(98 年 1 月 1 日之后建设的单位)二级标准略微严格。对于新源,考虑到应当严格控制排放,根据已有可行的处理技术,标准值更严。

表8-1 水污染物排放标准主要指标的对比(单位: mg/L)

控制项目	本标准限值		污水综合排放标准新源	
	现源	新源	一级	二级
pH 值	6.0~9.0	6.0~9.0	6.0~9.0	6.0~9.0
COD(mg/L)	120	60	100	200
BOD ₅ (mg/L)	30	20	20	60
总磷(mg/L)	1.0	0.5	0.5	1.0
总氮(mg/L)	25	20		
氨氮(mg/L)	15	10	15	25
SS (mg/L)	70	60	70	150
动植物油(mg/L)	15	10	10	15
排水量(m ³ /t 毛)	40	30		

8.2 与美国毛纺污水排放标准的比较

美国排放限制准则是以技术为依据的,它根据不同工业行业的工艺技术、污染物产生量水平、处理技术等因素确定各种污染物排放限值。排放标准可分为三大类:直接排放源执行的排放限值;公共处理设施执行的排放限值;间接排放源(排入城市污水处理厂)执行的预处理标准。

直接排放源排放限值按照最佳现有实用控制技术(BPT)、常规污染物的最佳控制技术(BCT)、经济上可实现的最佳可行控制技术(BAT)、新污染源(NSPS)分别规定了排放限值。

间接排放指的是企业的污染物排入污水处理厂而非直接排入环境的行为,间接排放源预处理标准分为现有污染源的预处理标准(PSES)和新污染源的预处理标准(PSNS)。其目的是保护公共污水处理厂的正常运行并达到排污许可证规定的排放行为。

Part410—Textile Mills Point Source Category 中 Subpart A—Wool Scouring Subcategory 对毛纺工业中洗毛和毛条厂的废水排放做出了具体规定。

表 8-2 为本标准与美国毛纺污水排放标准的对比,由于美国毛纺污水排放标准的排放指标单位为 kg/kkg 干天然毛,表 8-2 将本标准中的浓度限值和单位产品基准排水量换算为单位产品污

染物排放量（本标准中规定的浓度限值与单位产品基准排水量相乘），由表 8-2 可以看出本标准的各项指标值均严于美国毛纺污水排放标准的指标要求。

表8-2 本标准与美国毛纺污水排放标准的对比

特征污染物	每日最大值（单位：kg/kkg 干天然毛）			本标准限值 （单位：kg/kkg 干天然毛）	
	BPT	现源	新源	现源	新源
BOD ₅	10.6	—	3.6	1.2	0.6
COD	138.0	138.0	52.4	4.8	1.8
TSS	32.2	—	30.3	2.8 (SS)	1.8 (SS)
油脂	7.2	—	—	0.6	0.3
硫化物	0.20	0.20	0.20		
苯酚	0.10	0.10	0.10		
总铬	0.10	0.10	0.10		
pH	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9

9 标准实施的环境经济效益分析

为了分析新标准实施后的达标状况，选择了有一定代表性的 21 家毛纺企业进行了分析。各项指标的达标率如表 9-1。

表9-1 毛纺企业标准指标达标分析

指标		达标状况		超标状况
		新建企业标准	现有企业标准	
pH值	企业数	21		0
	达标率 %	100		0
COD	企业数	2	12	7
	达标率 %	9.5	57.2	33.3
BOD ₅	企业数	2	12	7
	达标率 %	9.5	57.2	33.3
总磷	企业数	7	12	2
	达标率 %	33.3	57.2	9.5

指标		达标状况		超标状况
		新建企业标准	现有企业标准	
总氮	企业数	6	12	3
	达标率 %	28.6	57.2	14.3
氨氮	企业数	5	12	4
	达标率 %	23.8	57.2	19.0
SS	企业数	8	10	3
	达标率 %	38.1	47.6	14.3
动植物油	企业数	6	11	4
	达标率 %	28.6	52.4	19.0

在我国的环境统计中，由于没有对毛纺工业的污染物排放情况和废水排放量进行单独统计，因此，在分析本标准实施后的影响和效果时，当前的污染物排放量和废水排放量均按《污水综合排放标准》中的数值进行估算。估算结果会因为毛纺企业实际执行污水综合排放标准的情况而有一定的偏差，但从估算结果中仍可以在一定程度看出本标准实施后的影响和效果。

以 2004 年我国的羊毛加工 34.62 万吨为基数，由于《污水综合排放标准》中没有规定毛纺行业最高允许排水量，我们以本标准中现有企业的 $40\text{m}^3/\text{t}$ 毛计，则如果现有企业都要达到《污水综合排放标准》的二级标准要求，每年的排水量为 1384.8 万吨，COD 排放量为 2769.6 吨。当新标准实施后，现有毛纺企业每年的排水量为 1384.8 万吨，COD 排放量为 1661.8 吨，削减了 1107.8 吨，削减率为 40.0%。

因此，本标准实施后，将大大减少毛纺废水对周围水环境的不利影响，改善接纳水体水质。

10 对实施本标准的建议

本标准充分考虑了标准的长期性和先进性，应鼓励企业采用闭路循环系统洗毛、回收羊毛脂、洗毛废水综合利用等清洁生产技术。