



工业化养鱼及设备

中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所

工业化养鱼技术与设备

中国水产科学院 渔业机械仪器研究所
研 究 院

一九八八年十二月

前 言

近三十年来，世界上各渔业先进国家对工业化养鱼十分重视，其主要原因是投资少、见效快。因此，各国对工业化养鱼的各个环节作了深入的研究，将先进的科学技术应用到水质净化、水体增氧、加温、投饲、防病等各个环节，从而改变了传统的养殖法，使水产品产量不断得以增长，这在当今海洋渔业资源衰退的情况下，无疑起到了一个积极的平衡作用。工业化养鱼已显示出越来越大的优越性。

工业化养鱼的技术和设备涉及到很广的范围，内容颇多，本书只是对各国工业化养鱼的概况及采取的有关设备（如增氧机械、水净化设备等）作了一些介绍，以起借鉴作用，如有不当，请给予指正。

本专辑由丁永良、肖君霖和兄弟所多位同志翻译编写，情报室全体人员参加了编务工作。

目 录

国外工业化养鱼新动向.....	(1)
集约化养鱼技术及设备.....	(31)
集约化养鳗研究.....	(91)
分层式集约化养鳗池.....	(146)
苏联养鱼使用的几种增氧装置.....	(149)
苏联工厂附属养鱼场装置简介.....	(156)
循环水系统的综述.....	(162)
增养殖工程.....	(169)

国外工业化养鱼新动向

丁 永 良

国外工业化养鱼起步于60年代初，经过20多年的改进提高和犹豫彷徨之后，直到现在才走出了自己的路子。它应用工业化的特殊手段，把养鱼业从自然生态系，引入人工（半人工），控制生态系的新境界，使人们的观念更新。养鱼生产跃入了商品化，工业化生产时代，工业化养鱼在近十几年里所以会有如此大的发展的主要缘由有以下几个方面：

1. 世界性水荒

现在已经有一些国家和地区因缺水而进口淡水，如中东、西德、新加坡、香港等。西欧许多国家为了保护本国淡水水源，而不准池塘养鱼、污水自由排放，还不准发展内陆网箱养鱼。

联合国1977年2月已向全世界发出警告，“水不久将成为一项严重的社会危机，石油危机之后的下一个危机便是水”。因此各种省水型企业、省水型农业、省水型渔业应运而生，工业化养鱼比传统养鱼省水数百倍，并可将水净化而不产生养鱼污水，污染环境。

2. 自然界水产品受污染

西欧36%海滩已污染，日本、英国、香港、中国都发生食用贝类中毒事件，英国1985年就制订了法规，全国所有养殖场都要在渔业部注册，以便于控制疾病的传播。东南亚各国的池塘淡水鱼都已染上了溃疡性综合症，人吃了病鱼也要得病，为此，1985年联合国FAO紧急呼吁要予以控制，全封闭的工业

化养鱼可以免除自然界污染之患，食用养鱼工厂的鱼有安全感。

3. 土地与劳力昂贵

现在土地与劳动力升值，在发达国家一英亩土地价值7~10万美元以上，美国租一英亩土地一年租费在500美元以上，劳动力月工资也在500~600美元之间，所以买地挖池用人工养鱼已日趋无利可图。如果把计划挖鱼池的土地卖掉一部分就足以投资兴建一个相当规模的自动化程度很高的工业化养鱼场。

4. 传统池塘综合养鱼不科学

据英国《新科学家》杂志报导，英、德有二位科学家的报告：中国南方目前的养殖方式是不合理的，它将有可能发生新的流感病毒，从而对人类造成危害。由于人类对新的流感病毒没有抵抗力，所以特别危险，因为很多新的流感病毒都是有人类、鸟类病毒在猪身上相互作用产生的。水产养殖同其它禽畜业结合在一起就给新流感病毒产生提供了适宜的条件，所以养鱼业必须寻找新出路。

5. 名、特、优水产品热销

世界许多发达国家的禽、畜、奶制品产业均已过剩，而各种名贵水产品价昂货少，小生产与大供需严重脱节，而这些名贵的海淡水产品，不采用现代化手段就无法饲养或者毫无效益。同时，名特水产品又都是创汇热销产品。

6. 水处理技术已趋成熟

工业化养鱼，在某种意义上说或拔高一点说就是“工业化养水”。随着空间技术的开发，宇宙飞船、载人的人造卫星的发展、污水处理技术已发展到完善的程度，“水全部循环系统”可以把人粪尿处理到饮用水的程度，把从地球上带去的水一滴也不浪费地再利用。随着城市污水处理的发展，污水处理技术

已商业化，这些先进水处理技术就自然移植到工业化养鱼行业中去了。

7. 投资效益显著

国际预测机构预测，工业化养鱼是跨世界的投资热点。美国企业界现在就认为目前捕鱼业的费用已高于控制环境下的养鱼成本。自然状态美洲鲶的生长要2年的时间才能达到成品，而在控制环境下，只要8个月。所以控制环境养鱼业已成为当今美国“十大”最佳投资项目，投资效益高于一般风险产业。

基于以上原因，世界工业化养鱼才得以迅猛发展，其发展特点主要表现在以下14个方面：

一、工业化养鱼技术已商品化并向深度与广度发展

从60年代初开始，各工业国发展工业化养鱼都是由其他行业投资开发的，如日本“经济新闻”报导，罗非鱼在日本养殖盛行，但产地是在炼钢厂、汽车厂、胶片厂……。经过各国的辛勤开拓，现在有许多工业化养殖模式已商业化而应用于生产，从而形成了一个新型产业——“第二渔业”，其规模正日趋庞大，并在向深度与广度发展。

1. 异军突起为“第二渔业”

由于各行各业的加入，养鱼业已打破了行业界限，并从农村进入城市、家庭。有许多意想不到的行业也参与了养鱼工业，欧洲、日本的大型发电厂、化工厂、捕鱼公司、美国的主要石油公司、食品加工厂，以及可口可乐公司；法国的余热利用委员会，也热心养鱼业。苏联基辅热电厂年产商品鱼1500吨。丹麦首都哥本哈根市区内也开设养鳗工厂，西德工业化养鱼产量已占全国鱼产量的1/10，东德工业化养鱼单位40个，产鱼2万吨。日本工厂企业养鱼更为普遍，据日本新鱼种开发协会统计，全国钢铁厂、食品厂、纸浆厂、汽车厂、胶片厂等近400个企业已

经养鱼。山阳国策纸浆厂每年产鱼30~40吨，钟纺食品公司、日本东棉公司、住友金属公司都计划发展工业化养鱼。

由于各行各业向工业化养鱼投资，而渔业界仍在发展传统养鱼业，因此，工业化养鱼的非渔业化日趋明显，客观上形成了“第二渔业”。

2. 养殖品种逐步扩大

工业化水产养殖已发展到贝类养殖的陆地化，养殖牡蛎、鲍鱼、蚶子、螺螺，装置了增氧，循环流水等装置，美国夏威夷投资3000万美元，建成了一座陆上牡蛎全人工养殖工厂。日本宫城县气仙沼海水养殖公司已着手进行鲍鱼工业化陆上全人工养殖，用循环海水、以海带为饲料，每年约需1000吨海带，一年可生产鲍鱼60吨。

日本甲鱼养殖已基本实现工业化，1986年产甲鱼600吨，用常规方法饲养的仅占27.5%。

据日本1986年“食品工业”2期统计，世界上水产养殖国家利用电厂进行工业化养殖品种的简况如表所示。

据“水产杂志”报导，美国杰尔威斯顿海洋研究所大规模全人工工业化养殖鲑鱼成功，一年成体可达40厘米。苏联阿佐夫鱼类养殖研究所封闭循环全人工工业化养殖蟹虾成功，同时又使达到商品规格的时间从自然状态下的4年缩短到10~12个月，并研究成功“生长起点”配方，用电脑编出一套营养物质平衡的程序。美国华盛顿大学工业化培育大麻哈鱼，培育期由常温的18个月缩短到6个月。

3. 工厂规模日趋庞大

养殖工厂的规模越来越大，如美国在巴拿马投资的2个对虾养殖工厂，设计年产量为2000吨，匈牙利的一家养鱼工厂，占地310,000平方米，养殖品种达14种，供应全国40%的鱼苗，

世界电厂养殖场养殖品种

国 别	电厂养殖场数	养 殖 品 种
美 国	22	鲇、淡水虾、罗非鱼、鳗、鲟、竹荚鱼、鲈、牡蛎、蛤仔、文蛤、虾、鳊
日 本	21	真鲷、黑鲷、平鲷、条万鲷、比目鱼、香鱼、鲍鱼、对虾、梭子蟹
西 德	11	鳗、虹鳟、罗非鱼、鲤、鲈、草鱼
中 国	7	鳗、罗非鱼
苏 联	6	鲟、虹鳟、鳗、鲇
英 国	5	鳗、鳊、鳟鱼、鳗、虹鳟、鲈、褐鳟、罗非鱼
加拿大	4	虹鳟、狗鱼、大西洋鲑
法 国	4	鳗、鲤、鲟、鲈
意大利	2	鳗、真鲷、鲤、鲈、鲇、蟹、对虾
丹 麦	2	虹鳟、鳗、鳊、鳟鱼、牡蛎、比目鱼
新西兰	1	鳗

还有一大部分出口。西德美咨姆公司在美国承建的鲟鱼工厂，设计年产量1000吨，并在中国承建三个鳗、鲤鱼工厂，设计年产量500吨，单厂投资2000~2500万人民币。日本在中国大连承建一个鲍鱼工厂，投资人民币2000万元。

日本与西德养殖工厂鱼池上还设置养殖行车，用于流动清扫池底、吸除残饲、排泄物、蜕皮等什物，并用于循环流水，自动投饲，可以进行自动化程度极高的无人养殖。

新加坡日立造船公司，因造船业不景气，把2.4万平方米的船坞，改造成工业化养虾池，每平米可获1.5公斤车虾，每公斤活车虾在日本售价30~80美元，因此获利超过造船，

1989年准备继续发展。

美国可口可乐公司与阿里佐纳大学对虾研究所合作在夏威夷投资2500万美元，建成圆形玻璃钢顶的工业化养虾企业，用珊瑚礁过滤井水，每年可提前收获大约50万磅早熟的白虾。

新加坡在美国WP.拾雷和FH王子公司的支持下在帕西利斯地区投资5000万美元建造了一个从孵化到成品加工均由电脑控制的养鱼场，水温、盐度、水循环、孵化、投饲、育肥过程都由自动监控，投饲根据不同生长期，使用不同配方，所有一切都由一个综合中心控制。

丹麦霍尔斯摩，丹麦水产研究所设计的DAI循环水养鳗工厂年产鳗鱼200吨。在思斯特的一个DAI系统，年产虹鳟80吨，在远东地区正在开发斑节对虾、罗非鱼工业化养殖。

苏联正在大力发展利用发电厂温排水养鱼，提出了“动力——生物综合企业设想”计划并发展了72个大型工业化养鱼场，近年内的产量将可突破100万吨。

4. 已不属于风险投资范畴

工业化养鱼，在西欧、美国已开始成为投资热点，西德、丹麦等保险公司已接受工业化养鱼场产量承包业务，投资者可以稳保一年几百吨产量。

1985年IFA与挪威水质研究中心研制成功一种高效无污染的工业化养鱼设备，包括水泵、供水、水净化、养殖池、投饲系统和控制系统，在1000平方米水域中可生产1500吨热带鱼。鱼在水池中生长到规定密度时就会在流水线上转移，直到最后出池。

工业化养鱼在第三世界国家也开始推行，如印度、沙特阿拉伯、科威特、刚果、津巴布韦、扎伊尔、以及我国台湾省。如扎伊尔的鲍巴什密集型鱼场年产罗非鱼50吨。

二、封闭循环流水高密度养鱼是工业化养鱼的主流

自然流水养鱼及水泵流水养鱼，水是不回用的，在水资源及能源愈来愈紧张的今天，发展已受到限制。

封闭循环流水高密度养鱼系统已成为工业化养鱼的主流。养鱼污水经过净化处理后回用，由鱼池、沉淀池、过滤净化池及增氧、调温、灭菌等池组成，用水泵或空气举循环，有的系统用含氮废水培育藻类等水生植物供鱼食用，如美国海湾沿岸调查实验站用水生同信子作净化用，处理养鲈废水。

封闭循环流水高密度养鱼系统，是目前国外工业化养鱼发展的主流，一般生产一公斤鱼耗水2立方米，耗电4度，耗配合饲料1.5公斤，每立方米水体可年产鱼100公斤以上，如西德斯特勒马蒂克系统，美咨姆公司、丹麦斯美克鲁特公司、多国DKF集团都是国际上著名的工业化养鱼开发集团。美国伊利诺斯洲太阳能养鱼系统每立米水体年产119公斤，日本协和发酵宁部工厂养鳗每立米水体年产216公斤，丹麦斯美克鲁公司每立米年产鳗250公斤，西德沿岸与内陆渔业研究所工业化养鲤每立米水体年产500公斤。

西欧模式的封闭循环流水高密度养鱼系统，一般年产1吨鱼要投资1万美元，3~5年可收回全部投资。

苏联一石油化工厂的机械化养鱼装置，8只金属养鱼池共200立米，每池水容积25立米，水面积15平米，每平米放养200~250尾，水温26~28℃，日投饲量为鱼体的15%，细养11个月，获鱼37吨，每平米水面产量417公斤，最近将扩大饲养到520立米，年产量达90~100吨。

英国“世界渔业”最新报导，日本17平米1米水深的工业化养鱼池57天生产了4吨多鱼。

日本静岡县铃木制油社，1020平米高密度封闭养鳗系统，

每天添加100吨水，鱼池分三层，三楼饲养幼鳗、二楼养种鳗、一楼养成鳗，全部自动化，一人管理，有警报系统，投资2亿日元，年放鳗苗100公斤，出成鳗70吨，折合亩产47吨，

一般流水养鱼系统，每立米水体养鱼30公斤，每小时只需换一次水，每立米饲养200公斤以上，每小时即需换7次水，高速水流使鱼疲劳，饲料与水中溶氧流失，饲料转化率低，因此，近年日本、美国、法国、丹麦、西德等国家又发展在流水鱼池中加置增氧机、增氧水净化机等设备，以增加含氧量，减少换水量。

日本机械化高密度养鲤，采用增氧水净化装置，一年换3次水，每立米水体产鱼15公斤，最高达180公斤，日本海水养殖方面也开始采用这种方法，如长崎水产试验场，鲷种池采取增氧技术，减少换水量。

封闭循环流水高密度养殖技术，美国与日本已用于对虾及龙虾高密度养殖，日本已用于鲍鱼养殖，如美国“虾类生长动力模式”采用300平方圆形水泥池、水深1米，中央进水，圆周出水，池中均布四台增氧机，每天换水40%，水温24~30℃，盐度32%~34%，饲养墨西哥白虾，1克重虾苗饲养100~120天，达25~30g，一年三熟，配合饲料系数2.2~2.5，占总成本30~32%，每公顷产虾40~60吨，获利2.8~3.0美元。

国外有一种流行的说法：“世界工业化养鱼的水平在欧洲、欧洲的水平在北欧、北欧的水平在丹麦”，丹麦的水平体现在封闭循环流水高密度养殖系统。

苏联认为现在用工业化封闭循环水系统养鱼，已成为养鱼工厂最有前途的途径。

三、工业化养鱼促进了农业化养鱼与牧业化养鱼等发展

国外工业化养鱼首先从鱼、虾、贝、藻等鱼种生产突破，

提供传统养殖足够的早壮大规模苗种，因此促进了传统的农业化养鱼的发展。

工业化鱼、虾苗种的大规模培养与放流是补偿自然界鱼、虾类日益减少的一个有效途径，有些鱼、虾需要在它的整个生命周期中完全控制它的环境，而可以流放入海洋、江湖自然环境中自由觅食，以此来增殖水产资源、有的还可以自己回归。美国太平洋沿岸的鲑鱼流放，最为发达，2~3年后会重新回到它出生的地方，回归率一般为0.3~3%，最高达6%，淡水鲟也获得成功，美国养鲟业已经开始应用电脑技术、苏联计划在亚速海流放美国石鲟鱼及中国石首鱼。

为增殖渔业资源，发展牧业化养鱼，开辟“海洋牧场”，日本成立了20个工业栽培渔业中心。著名的濑户内海栽培渔业中心，每年放流能力是真鲷450万尾，对虾1.6亿尾，梭子蟹4000万尾，还有乌贼，鲣鱼等10几个品种，在淡水方面，日本成立了7个罗非鱼良种工业化繁殖供应中心，匈牙利，东德也有这样的培育中心。美国对虾，鲟进行了30年的选种，育种工作，现在也已工业化，商品化，新品种二年可达商品，而原生虹鳟二龄还是鱼种。

工业化苗种养殖，遇到的第一个问题是幼体阶段的活饲料，这是幼体成活率及其发育成长的成败关键，可以在发展工业苗种养殖同时，必需同时发展工业化活饲料生产。目前各国育苗生产普遍使用的活饲料是小球藻、硅藻、轮虫、猛骚、剑水蚤、鸟啄尖头、丰年虫、红虫、绳咀、丝蚯蚓、蚯蚓以及石油酵母、纸浆酵母、海洋酵母、活性污泥等。

美国的有机玻璃太阳光管闭合系统，每立方米水体年产单细胞藻7.5公斤，苏联以绳咀为鱼饲料，1972年，绳的培育已转入工业化生产，美国的蚯蚓工业化生产，年产已达55吨，朝鲜

也培养绳咀及蚯蚓饲养虹鳟等，1970年在西德赫而果来，还召开了国际活饲料生物培育会议，从生态学和经济学的观点论证了它对发展水产事业的重大意义。

工业化养鱼还促进了旅游渔业的发展，招揽专业旅游团，西德DKF集团的工业化养鱼系统，每张参观券是2美元，日本工业化养鱼与水族馆鱼剧场结合，全国有109个水族馆，都是工业化养鱼设备齐全的旅游热点，澳大利亚的悉尼投资2400万美元建成了工业化水平最高的大型水族馆。

工业化养鱼的发展促进了农业化养鱼与牧业化养鱼的发展，并促进了工业化活饲料的生产，工业化养鱼还促进了“大渔业”的发展，开创了新的旅游渔业，使鱼发挥出“吃”，“看”二种功能。

四、工业化养鱼与工业化种菜结合并进入家庭

工业化养鱼必需有充足的水源或昂贵的水质循环过滤净化系统。因为每公斤鲤鱼，每天就要排出300毫克氨及7000毫克BOD₅，产生100公斤养鱼污水，并耗尽500公斤水中的氧气，所以鱼也是一大“污染源”。而养鱼对水体的污染，形成的“污染源”，在自然界又恰恰是水生植物的“营养源”，所以，工业化养鱼与工业化无土栽培相结合，形成一个良性循环的生态系，互利互惠，达到理想化境界，所以美国的“第三次浪潮”一书中预言，这是21世纪的产业。

水生植物是保持水质清洁的天然生物过滤器，它比微生物更能适应各种物质，它能去除80~90%的悬浮物质，70~80%的有机物质，生物耗氧量减少90~95%，并能使pH值保持在标准范围内。

水生植物不仅能吸收和积聚有毒物质纳入新陈代谢过程，变成无害物，还能给水体消毒，它们分泌的植物杀菌素，几十

分钟到几小时能杀死90~99%的病原菌。

B·Mcornic1T 报导,美国的鱼菜养殖系统,鱼菜结合可使养殖环境中有价值的营养物质得以再循环,能最大限度地提高鱼产量,又能把水体污染程度降至最低限度。

1986年,Zweig报导,用园形养鱼桶上层种莴苣,下面养罗非鱼,在水面与菜床间有空气层,下面有滤罩,使根系获得大气中的氧气,又不受鱼类侵蚀,鱼也长得很快,饲料系数1.75~1.00,每周可获得18头重450克的莴苣,该系统的缺点是,植物只能消除水体中氮的28%,因为根系时间长了,会被水中碎屑阻塞,导致根系死亡。后来改进为分离式,养鱼污水也经过沉淀过滤,水净化机去氮后再去种蕃茄、黄瓜、南瓜、山芋等,该系统中的鲢鱼比传统池塘鱼长得快。氨、亚硝酸盐、硝酸盐的浓度自始至终均低于鱼类中毒的限量,蕃茄的产量超过土壤栽培的产量,植物可以有效消除该系统中的氨及磷一,但要加铁、镁等微量元素;为了抗酸化并积累营养物资,还要使用牡蛎壳及碳酸氢盐之类物质,近年来美国亚利桑那洲大学,已经成功地研究出工业化养鱼养虾等技术,并已大面积应用于生产,在这个基础上,近年来他们又在大型温室中进行工业化养鱼结合蔬菜无土栽培研究获得成功,这种研究成果已引起国际上广泛的兴趣与注目(美亚利桑那杂志1987.3)每M³水体可产红鲤里,罗非鱼50公斤,无土栽培的叶用莴苣(生菜)一年可种十茬,采用这种办法。鱼和菜的生长都很快,可以充分利用水体空间,并节省蔬菜的施肥等。

美国有51%家庭蔬菜自给,其中有一大部份是水栽法,有家庭水栽蔬菜的传统,美国芝加哥近郊部份农户已开始工业化养鱼与工业化水栽蔬菜相结合,而使鱼菜得以丰收用养鱼污水去栽蔬菜,而又把蔬菜净化后的水去养鱼,水是无端循环使用

的，这种养鱼种菜联合机械，结构简单，一般只有2~3立方米水体，4口之家自食有余。

美国南伊利诺州鱼类实验室在管理十分严格的情况下，进行养鲢与水栽蕃茄结合，4~9月每平方米产量35~70公斤蕃茄也增产2倍，因为水栽蔬菜没有土壤寄生虫，蕃茄可以生吃，由于美国工业化鲢鱼养殖的大发展，使“丑小鸭变成美丽的天鹅”。

丹麦水产学院在高密度循环水养鱼系统中，串联水栽蔬菜，花卉，用人工光源，不施肥，只通过养鱼污水，生长得比自然界好。

五、工业化养鱼采用各种水处理设备与器材

工业化高密度养鱼，拨高一点说就是工业化“养水”，随着水处理设备与技术的提高，养鱼的密度不断提高；就是说有多少水处理的技术水平就能养出相应密度的鱼来。

各国养鱼工厂采用了许多常规的水处理设备，如机械式压力过滤器，化学填料过滤器，（活性炭、泡沫塑料、沸石、离子交换树脂），一元化净水器（重力式、压力式）活性污泥法曝气池，无阀水过滤器。斜板斜管沉淀器等，因篇幅有限不作赘述。只叙述部份具有渔业特色的水处理设备如下：

1. 回转式水过滤器

日本、西欧、美国一些养鱼工厂的养鱼污水处理，必须先经过回转式水过滤器。水过滤器系一卧式筛网转筒，筛网为不锈钢、塑料、尼龙可以替换，有机动和水动二种顶部有自冲水，水压0.5~1.0公斤，冲去网上的沉积物，这种设备流量大，用电省，可取代机械式压力过滤器。

2. 旋涡沉淀集污器

丹麦养鳗工厂的养鱼系统中都串联一个旋涡沉淀集污器，

直径2~3米，高1~2米，不锈钢制成，置于半地下，以便鱼池排水可自流切线方向进入，水流在桶内形成旋涡悬浮固体向中心集中沉淀、排放，出水从中央顶部溢出，可代替粗机械过滤器，出水中悬浮物较多，尚需二次过滤。

3. 生物接触氧化塔

是一种很有效的生化处理设备，具有生物膜法和活性污泥法的一种生化处理方法，采用涂塑钢板式玻璃钢制成筒罐形，内装满硬性或软性填料，当养鱼污水与填料接触时，污水中的营养和溶氧，满足微生物生长条件，微生物即附着在填料上，进行生长繁殖，形成生物膜，通过的污水便得到了净化。将溶解和悬浮有机物氧化为 CO_2 ，将氨、铵氧化为硝酸盐，气态氮，使水中的碳系、氮系废物变成气态，释放回大气，这是丹麦养鱼工厂的典型设备。

4. 水质净化机

水质净化机具有增氧，净化水体的双重功能，许多丹麦、西德、美国的养鱼工厂都采用这种设备，有生物转盘式与生物转筒式，前者是片状结构，后者是填料状结构，有机动、气动、水动之分。

盘片（或转筒）半沉在水中慢慢转动，对鱼池曝气增氧，盘片上长满生物膜，当浸水部离开水面在空气中吸氧，浸入水中时便吸收水中的有机物进行氧化、降解，吸附，最后使水中的碳系、氮系废物变成气态，释放回大气。生物膜长厚后，内层缺氧因厌氧老化脱落，因为含高蛋白，所以即被鱼类吞食，脱落部份又会长新生物膜。

5. 生物滤池

是一种古老的生物膜法水处理设置，用4~6厘米粒径的花岗岩，玄武岩、焦、炭、软性或硬性化学纤维、塑料填料，