

中国水工业的科技发展历程

傅 涛

通过近 20 年的科技研究和开发,我国的水工业科技发展较快,在单项技术水平上与国际先进水平的差距正在不断缩小,水工业科技研究体系已初步形成,拥有一支从事水工业基础科学研究、应用研究、产品研制和工程化产业化开发的科技队伍。但是在水工业科技领域普遍存在着成果实用性差,转化率低的先天不足,这已经成为制约我国水工业产业化发展的瓶颈。在水工业科技产业化大潮到来之际,认真分析我国水工业科技发展历程,总结我国水工业科技的特点和特长是建立水工业的学科体系的前提,也是寻找水工业产业化突破口的关键。

1 面向 21 世纪科学技术的新发展

第二次世界大战以来,科学技术的发展经历了 5 次重大的革命。1945 ~ 1955 年,第一个 10 年,是以原子能的释放与利用为标志,人类开始了利有核能的新时代;1955 ~ 1965 年,第二个 10 年,是以人造地球卫星的发射成功为标志,人类开始了摆脱地球引力向外层空间的进军;1966 ~ 1975 年,第三个 10 年,是以 1973 年重组 DNA 实验的成功为标志,人类进入了可以控制遗传和生命过程的新阶段;1975 ~ 1985 年,第四个 10 年,是以微处理机大量生产和广泛使用为标志,揭开了扩大人脑能力的新篇章;1985 ~ 1995 年,第五个 10 年,是以软件开发和大规模产业化为标志,1995 ~ 迄今,人类开始进入了信息革命的新纪元和网络时代。21 世纪的曙光已经出现在地平线,而当代科学研究的发展,预示着围绕着可持续发展,资源与环保将成为 21 世纪科学研究的主题。水资源的合理开发利用将成为 21 世纪人类资源问题的核心,是人类社会经济可持续发展技术的关键。

“科学技术是第一生产力”的真谛在于科技与经济的一体化。“科学技术是第一生产力”的论断揭示了科学技术对社会生产力发展的第一位变革作用。但是,并不是有了先进的科学技术,经济就会自然而然地得到发展,只有当实现了科技与经济的有机结合,使科技与经济协调为一体,才会促进经济高速增长。

作为发展生产力的整体,科技与经济本来应该是密不可分的。但是,长期以来由于科技工作与经济工作的必要分工,演变成僵化的体制的分割,使科技与经济成了“两张皮”。一方面,科技研究被禁锢在实验室里,许多对经济建设很有用的成果被束之高阁;另一方面,渴望科学技术的企业、农村却望洋兴叹、束手无策。要解决“两张皮”的问题,根本出路在于科技体制与经济体制的配套改革。因此,落实“科学技术是第一生产力”思想,在社会主义市场经济中建立起科技与经济有机结合的体制和机制已成为实现我国经济发展两个根本转变和“科教兴国”战略的迫切要求。

2 从“六五”到“九五”的水工业科技攻关分析

作为国家科学研究计划中的主要计划之一的国家科技攻关计划的基本目标是解决国民经济和社会发展的重大科技问题。其宗旨规定了两个选择方向:(1)针对当前国民经济和社会发展急需办的大事,解决需要科技发挥先导作用的重大问题;(2)针对国民经济和社会发展将产生重大影响,带有方向性、基础性、综合性的重大课题集中力量攻关。一方面它既不同于基础研究性的自然科学基金和“攀登计划”,又不同于以研究、发展高技术为目标的“863 计划”;另一方面,它主要解决国家重大、关键技术,因而区别于以单纯实现科技成果商品化、产业化为宗旨的“火炬计划”、“星火计划”、“科技成果推广计划”等。攻关计划在国家科技战略布局中以政府为主导,解决科技发展的中、下游问题。

由于水行业在国民经济中的重要地位,从“六五”开始,水的项目一直是国家科技攻关社会发展领域的重要内容,以它为主线我们可以较为清晰地看到我国水工业科技发展的规律和趋势。

2.1 “六五”国家科技攻关项目

1977 年至 1985 年我国科技恢复与整顿阶段。这个阶段是以 1978 年 3 月在北京召开的全国科学大会为标志。在这次大会上,邓小平同志重申了 1963 年周恩来提出的要实现农业、工业、国防和科学技术现代化的目标,并明确指出“实现四个现代化,关键在于科学技术现代化”以及“科学技术是生产力”,为新时期发展科学技术的基本方针和政策,奠定了思想理论基础。

这个阶段的主要任务是编制并实施《1978~1985 年全国科学技术发展规划纲要(草案)》(简称《八年规划纲要》)。1982 年,国家计委、科委根据国家工作重心的转移和科技要面向经济建设新的战略方针要求,将《八年规划纲要》的主要内容调整为 38 个攻关项目,以“六五”科技攻关计划的形式实施。《八年规划纲要》和“六五”攻关计划的实施,解决了经济建设和科学理论中的许多重要问题,对我国科技事业的恢复和发展起到了积极的推动作用。

“六五”期间水行业国家科技攻关项目名称为:环境保护和污染综合防治技术研究,其项目组织部门为当时的城乡建设环境保护部,国拨经费 1500 万元。研究的重点在于环境背景值的调查。所属课题为:

- 京津地区环境污染综合防治技术;
- 黄浦江综合防治技术;
- 环境背景值和环境容量的研究。

2.2 “七五”国家科技攻关项目

随着工业的不断发展,水污染日益严重,“七五”期间在注重环境背景值的调查的同时,水行业国家科技攻关项目的研究重点转移到了工业污水的治理。共有两个科技攻关项目与水工业相关,一是“环境背景值及环境容量研究”,项目组织部门为国家环保局,国拨经费 2000 万元,其中一半内容与水相关;二是“水污染防治及城市污水资源化技术研究”,项目组织部门为国家环保局,国拨经费 2370 万元,所属课题为:

- 工业污染源治理技术及排放总量控制技术;
- 城市污水土地处理系统的研究;

- 城市污水资源化的研究；
- 太湖水系水质保护研究。

“七五”国家科技攻关取得了一批科技成果，成果总体上达到了国际先进水平，建立中试装置和中试基地 43 个，生产性装置 6 套，示范工程 10 个。但是正如项目验收评价报告所说由于研究内容分散，成果的配套性不足，“如何有组织、全面地进行推广还有待解决。”

2.3 “八五”国家科技攻关项目

针对“七五”期间的不足，“八五”科技攻关做了适当的调整。在研究内容上重心转向技术上更加紧迫的城市污水处理技术，并首次在攻关内容上实现了从水资源保护和综合治理、饮用水微污染处理技术、供水技术、城市和工业污水处理技术到污水回用技术的水的闭合循环；攻关方式上，充分强调了示范工程，希望通过示范工程的建设带动技术的全面推广应用。水行业科技攻关的项目名称为：“污水净化与资源化技术”，由建设部、国家环保局等四个部门共同组织实施，国拨经费 2500 万元。所属课题为：

- 武汉东湖污染综合防治技术；
- 湖泊(滇池)与地下水城市饮用水水源地污染防治技术；
- 高效节能水处理技术；
- 城市污水强化自然净化技术；
- 城市污水回用技术；
- 高浓度有毒有机工业废水处理技术及设备。

“八五”国家科技攻关比较充分的发挥了建设部作为工程主管部门的工程优势。攻关过程带动的示范工程和其他工程投资约 20 亿元；建立了试验基地、中试线、生产性装置和示范工程(点)共 99 个，其中依托工程 63 个；项目共取得 150 多项科技成果，整体上达到国际先进水平。获建设部科技进步奖 20 项，其中一等奖 5 项，二等奖 11 项，三等奖 4 项。但是，受传统体制的束缚，众多的科研成果未能发挥出其应有的带动作用。

2.4 “九五”国家科技攻关项目

水工业的概念在这种背景中酝酿产生，并直接指导了“九五”国家科技攻关的立项。水工业“九五”国家科技攻关在解决水行业迫切问题的同时在技术上强调了技术的集成性、成套性和高效实用，注重了水工业设备的产业化，为新技术在市场经济条件下的推广应用创造条件。项目名称为：“污水处理与水工业关键技术研究”，由建设部等 6 个部门共同组织实施，项目经费国拨 3000 万元，所属 5 个课题为：

- 城市污水处理实用新技术研究；
- 污水处理成套关键技术设备与器材研究；
- 安全饮用水净化技术和成套设备与器材；
- 重点耗水工业节水减污清洁生产技术研究与示范；
- 难降解有机工业废水治理技术与关键设备。

2.5 “六五”至“九五”攻关经费比较分析

如图 1 所示水行业的国家科技攻关的国拨经费在 4 个五年计划时期几乎没有提高，随着物价指数的提高，实际有所下降，但随着科技攻关投资体系的多元化，总的攻关经费还是呈增长趋势。

“八五”期间，特别是进入“九五”之后，我国大中型建筑企业科技进步有了进一步发展，

图1 水工业国家科技攻关经费比较

企业中的科技活动集中在技术发展中的中下游,即集中在技术开发与成果转化方面。科技活动经费筹集额增加、经费筹集渠道进一步拓宽。据建设与国家统计局联合开展的调查统计显示,1996年建筑行业全部科技经费筹集额中,政府拨款、企业自筹资金、银行贷款、横向技术性收入和其他渠道经费筹集额所占比例分别为2.4%、74.9%、10.2%、5.1%和2.9%。

3 水工业科技发展历程

水工业是个具有时代意义的科技含量较高的产业,市场经济的发展使水工业走向市场成必然,可持续发展的需求及其学科的综合性和复杂性决定了水工业的发展必须以科技为先导,实行“科技兴业”,依靠科技对传统的给水排水行业进行改造,以实现水工业科技产业化。

我国的水工业科技发展较快,与国际先进水平的差距正在不断缩小,水工业科技体系已初步形成,拥有一支能从事水工业基础科技研究、应用研究、产品研制和工程化产业化开发的科技队伍。追溯我国水工业领域科技发展历程,水工业科学技术发展经历了4个时期:

3.1 第一阶段

1978年以前,以给水排水管道技术和水的输送工程技术为主体。其技术重点是水量问题,科技工作多为行业中的自发行为,以各生产、设计单位所面临的各自主要技术问题为研究对象,成果水平较低。其前期的技术主流是学习和借鉴外国尤其是苏联给水排水的建设和工程技术经验,在给水处理上初步建立了一套工程技术体系,建筑给水排水依附于土木工程亦有所发展;其后期受文化大革命影响,科技工作基本中断。

3.2 第二阶段

1978~1989年,随着我国工业的发展,环境污染的加剧,工业污水处理技术成为该时期技术的主体;以“六五”、“七五”科技攻关为代表的研究工作,在环境容量、环境背景调查的基础上,主要以工业废水处理为中心,此外也开展了一些城市污水自然处理技术和城市污水回用的理论研究。研究目标多追踪国外先进水处理技术,研究工作以小试和中试为主,成果多偏于理论性、基础性工作,且以单项工艺技术的研究为主,实用性较差,成果转化率较低。科技工作多集中于高等院校及科研院所。

3.3 第三阶段

1989~1993年,以水工程技术为主体,水工业的研究从水源的保护、微污染水净化、城

市污水处理、典型工业废水处理到污水回用技术,形成一个闭环系统。以“八五”国家科技攻关为代表的研究工作,充分强调工程示范,以设计单位为主体并与高等院校及科研所紧密结合,成果实用性强,成果转化率有了明显提高,但技术通用性、集成性不足,配套设备跟不上,同时受到体制等因素的限制,成果推广面不宽,建起的示范工程虽多,但在全国水处理工程界的影响力不足。国家在这一时期放开了引进外资的限制,随着国外先进技术设备的引进,我国水处理工艺控制水平得到明显提高。

3.4 第四阶段

1993年以后,以水工业产业技术为主体,以社会主义市场经济为背景,集成技术与设备快速发展。以“九五”国家科技攻关及水工业产业化项目为代表的研究工作,注重技术的集成化和设备的成套化、国产化。着重解决技术的集成化、整体性、关键设备的国产化以及管理系统科学化等问题,强调成果与工程实践相结合及科技成果的推广,并逐步打破部门分割,将水工业各环节形成一个整体,实现科学技术产业化,以加快水工业市场化的进程。

4 水工业主要领域科技发展概述

4.1 水资源管理与保护

面对水资源短缺、水污染严重和需水量日益增大、水质要求不断提高的现状,我国城市水资源正从大规模单纯开发、区域引水向综合开发与管理阶段过渡。水资源治理工作大体经历了现状调查、技术试验、综合治理等3个阶段。

我国从“六五”、“七五”期间就开始进行水资源保护与水污染控制技术的研究,开展了重点区域的环境背景值研究,进行了水环境容量及其与经济协调发展的研究,开发了大型水环境数据库、应用系统以及规划管理软件。从区域整治的高度研究了城市污水治理方案,城市地区水资源保护、水环境治理的全面规划与实施方案,掌握了我国水资源的基本状况,并建立了大量的水量和水质管理模型。同时,从我国的经济承受力出发,消化吸收国外80年代研究成果,同时针对我国国情开发出一系列的经济实用技术。

在“八五”期间,主要针对湖泊水体富营养化问题在“七五”工作基础上,以武汉东湖和云南滇池为基地进行了湖泊水源水污染综合防治技术的研究,这些课题在以往研究工作的基础上进一步对单项技术进行完善,使之成套化,并建立了一批示范工程。另外,对地下水源地重金属污染治理和石油污染治理技术进行了研究。通过“八五”研究,使我国的水污染从点源治理向面源治理的综合治理技术上迈进了一步。

4.2 城市供水

一方面我国城市供水水量不能满足城市和工业发展的要求,同时随着人民生活水平的提高,对水质的要求也越来越高,目前水质需求已上升为供水技术的主要矛盾。1985年我国对1976年版的《生活饮用水卫生标准》进行了修订,饮用水水质标准由原来的23项增加到了35项,并于1986年10月正式实施。根据建设部《城市供水行业2000年技术进步发展规划》,到2000年各类水司都要执行国家饮用水水质标准;另外,二类水司将增加16项水质标准;一类水司将增加38项水质标准,逐步与国际接轨。面对提高水量、水质双重标准的要求,提高供水水质、提高供水安全可靠度、降低能耗、降低漏耗、降低药耗成为行业技术进步的关键。

国外对饮用水技术的研究日益重视,饮用水水质标准也在不断增补和修正之中。我国

饮用水净化技术研究的深度和广度均与发达国家有较大差距,在技术的开发和应用上不能满足国内社会和经济发展的需求。由于水源普遍污染等多方面的原因,我国的饮用水净化面临许多新的技术难题,在建设资金严重不足的情况下,迫切需要研究开发相应的技术以改变我国饮用水水质较差、安全性得不到保障的状况。

我国饮用水处理技术研究从“八五”期间才开始设立国家级攻关课题。“八五”攻关课题围绕安全饮用水净化工艺技术,对快速混合、絮凝、沉淀、均粒深床过滤、安全氯化消毒以及高浊度水沉淀、除锰除铁进行系统研究,而且开展了臭氧氧化和活性炭吸附、高锰酸钾氧化、生物预处理等去除饮用水中微污染物新技术的研究,成果均已实现工程应用。在前期研究成果的基础上,“九五”加强了污染源水处理成套技术与设备的集成研究与开发,同时,针对水厂改造加强了混合、絮凝、沉淀、过滤等供水处理主要工艺单元技术及其配套设备国产化的深入研究和开发。针对住宅产业的发展,开展了生活小区优质饮用水制备成套技术设备的研究与开发。对于供水系统优化运行管理方面,“八五”期间对水厂自动控制系统的研究较深入;“九五”攻关专门设立了城市供水系统监控和自动化技术设备的研究专题,研究主要内容为水厂集散型计算机监控系统、城市供水调度系统及有关监测仪表及自动化设备。

4.3 建筑给水排水

在水的社会循环系统中,建筑给水排水工程上接城市给水工程,下连城市排水工程,处于水循环的中间阶段。它将城市给水管网送至用户如居住小区、工业企业、各类公共建筑和住宅等的水,在满足用水要求的前提下,分配到各配水点和用水设备,供人们生活、生产使用,同时将使用后,因水质变化而失去使用价值的污废水汇集、处置,排入市政管网,或排入建筑中水的原水系统以备再生回用。它是将水这一特殊产品推向市场,进行销售完成产品向商品转化,充分体现水的自身价值和产生经济和社会效益的重要环节,也是获取水这一特殊商品质量优劣和水是否处于良性循环状态信息的关键部位,还是回收污水保证水循环持续进行的起始阶段。它在水循环中有着不可替代的作用。

过去由于对建筑给水排水工程在水的社会循环中的作用重视不够,或认为其研究内容可由城市给水排水工程所涵盖,所以建筑给水排水工程科研立项困难,科研经费不足,技术发展缓慢。

从建国以来,我国建筑给水排水的发展大体经历了3个阶段:

第一阶段 1949~1965:室内卫生洁具设备时期;

第二阶段 1965~1988:室内给水排水时期;

第三阶段 1988以后:建筑给水排水时期。

第一阶段是我国建筑给水排水事业初步形成的时期,在这个时期大部分技术、工程设计依据是从国外尤其是苏联引进的,所以与我国的实际情况难免有不符之处。因此在第二期便进入了我国建筑给水排水的“反省”时期,在这个时期改进了大量的由国外引入而未经修改的技术,以使建筑给水排水技术更符合我国国情。第三个阶段是我国建筑给水排水蓬勃发展的一个黄金时代。可以说,直到第三个时期,建筑给水排水才真正名副其实,由原来仅限于室内给水排水工程向室外给水排水工程发展,增加或加强了水景、游泳池、小区水处理、中水回用及建筑消防等工程技术内容,并且技术水准也不断提高,例如:水量标准的提高,原有设计标准需要修订;水质标准的提高,迫切需要小区型饮用水处理设施,并且对

管道、水箱供水二次污染问题加强了重视。此外,建筑给水排水整体水平的提高,需要有大量新型的设备做保证。虽然我国目前仍需大量进口卫生间、厨房设备,尤其是成套设备,但是国产设备已占领了国内大部分市场。

4.4 工业废水处理

工业废水是我国污水的主要构成部分,约占城市污水排放总量的近 70%。预计到 2000 年,废水排放量将达 480 亿 m^3/a , 其中生产污水排放量 180 亿 m^3 , 工业废水排放量 300 亿 m^3 。

60 年代之前,西方发达国家主要采用单独分散的“末端治理技术”即治理水污染,这些技术往往费用高昂,而经济效益低。60 年代之后,发达国家开始采用综合性防治手段,水污染防治技术对策有了重大的变化。其一是从单独分散的点源治理向流域性和区域性的水污染防治发展,改浓度控制为总量控制,取得了显著的成效,可节省 20% ~ 40% 的费用;其二是从单纯的末端治理转向防治结合,通过清洁生产从源头控制工业污染物的排放,工业废水的末端治理主要转向难降解及有毒有害物质的去除或预处理,经过合理预处理的工业废水排入城市污水处理厂或区域性工业废水集中处理厂进行较彻底的净化;其三是全面普及城市污水集中处理,同时加强城市污水的综合利用。

目前,工业发达国家在把污染控制与生产全过程结合方面。通过对工业企业内部各生产环节的管理、技术设备改造以及工艺流程的改进,提高工业用水的循环利用率和物料的综合利用率,减少工业废水和污染物的排放量。美国、欧盟、加拿大等国家和地区已经制订了相应的政策激励和强制推行清洁生产,不少发展中国家也开始注重清洁生产。我国在 1993 年召开的“第二次全国工业污染防治工作会议”明确指出,工业污染防治将从末端治理向生产全过程控制转移。“八五”期间已开展了“推进中国清洁生产”的研究,在我国的化工、轻工、纺织、建材等工业部门进行了清洁生产的示范。八届人大第 19 次会议于 1996 年 5 月通过了修改《水污染防治法》的决定,增加了实行清洁生产、淘汰落后生产工艺和设备的规定。

在难降解有机工业废水的预处理和治理技术方面,国外对膜技术、膜生物反应器、萃取技术、高级氧化技术和高效絮凝剂等进行了大量的研究,部分成果已经产品化,取得了较大的进展。国内有关研究单位在“八五”期间也进行了较多的前期研究工作,取得了一些实验室成果。生物技术,尤其是生物工程技术在水处理中的应用及开发也得到了重视。特别是对降解苯酚、染料、氰化物及多氯联苯的高效细菌的重点研究,通过筛选、选育和遗传重组等生物手段,可以获得比常规细菌降解能力高几十倍乃至几万倍的生态细菌;另外由于细菌新特性的发现,一些全部的生物处理工艺被开发应用,为难降解有机废水的处理提供了有效解决途径。重点开发了应用生物技术处理高浓度硫酸盐废水的新工艺,同时采用新型细菌和新型生物工艺处理焦化废水。在膜技术用于水净化和污水回用方面也得到了一些成果。

总结国家科技攻关可以看出,“六五”、“七五”、“八五”工业废水攻关项目的研究方向也主要是工业废水“末端治理”技术。“六五”、“七五”时期多以食品加工有机废水和印染、造纸废水处理为研究对象。“八五”时期着重以高浓度有机废水(如造纸、染料、农药、焦化废水)的处理技术为科研攻关重点。“九五”期间重点在工业节水减污、以及有机难降解废水方面开展攻关。

4.5 城市污水处理与回用

目前,我国 80% 的水域、45% 的地下水受到污染,90% 以上的城市水源严重污染。造成水资源严重污染的一个重要原因是排水工程设施水平低。衡量一个城市排水工程设施水平及现代化程度的指标有:下水管道普及率、城市污水处理率和污水回用率。就我国的现状来看,这三项指标都是很低的。据统计,1996 年,排水管道密度 $5580\text{m}/\text{km}^2$,污水处理率 23.62%。目前城市污水回用率约为 5% (含各级处理的污水)。根据建设部《建设事业“九五”计划和 2010 年规划纲要》,城市集中污水处理率 2000 年达 25%,2010 年达 45%;城市污水再生率 2000 年达 10%,2010 年达 30% ~ 40%。工业用水是城市用水的大户,占城市总用水量的近 70%,目前我国工业用水重复利用率仅为 50% ~ 60%,而发达国家则达到 70% 以上,差距显著。

城市污水的处理和利用是水污染防治和水资源再生循环的重要环节。国内外的实践已充分证明,建设城市污水集中处理设施是最经济有效的污水净化手段,其处理对象是生活污水和经适当预处理后排入城市下水道的工业废水。预处理的目的是将工业废水中难生物降解的有机物以及对生物处理有毒害作用的物质去除或转化。由于城市污水集中处理的高效性和经济性,发达国家已全面普及,并且不断发展与完善,积累了较丰富的经验,建立了相当完善的决策支持体系和工艺技术体系,技术全面,应用规模大,而且成效显著。

经过“七五”、“八五”期间的努力,我国在污水处理与回用技术的科技攻关方面取得了较大的成就,攻关成果丰硕。就工艺技术的广度而言,与国际上的差距已经缩小,获得了大量生产性数据和工程经验。但我国的污水处理技术研究以单项优势为主,且偏重于工艺性能的研究,且缺乏对适合不同水质水量及社会经济水平的不同处理系统综合开发研究,缺乏足够的系统性、完整性,也缺乏综合性的比较研究和技术经济评价体系,技术成果的综合优势未能得到有效发挥。一些通用性、基础性的技术难题尚未通过科技攻关加以解决,由于管理技术、质量保证技术、性能测试和监控技术的薄弱,已建污水厂的效能未能得到充分发挥。工程建设方面缺乏系统完整和可靠的决策依据和基础数据,使成果的全面工程化和推广应用受到较大限制。与此同时,针对中小城镇的污水处理技术和工程化经验依然十分薄弱。此外,城市污水厂污泥问题能否解决好是污水净化成功与否的决定性因素之一,我国的污泥处理处置与利用,不论是科研开发,还是工程实践,均远远落后于发达国家和国内需求。

在城市污水处理系统的工程建设和运行管理方面,发达国家通过长期和科研开发和工程实践,积累了丰富的经验,建立了较完善的城市污水治理技术体系,结合自己的国情和水质特点,开发了较完善的城市污水处理科学决策技术支持系统,进入了规范化、标准化和计算机分析阶段,基本上实现了科学决策。工程建设和运行管理的总体优化,使工程选价和运行费用有较大幅度的降低。

我国的城市污水经历了直接排放、处理后排放、处理后回用 3 个处置阶段。

80 年代以前,城市污水多为直接排放。城市污水处理技术从“七五”国家科技攻关开始逐步进行研究。“七五”攻关项目在氧化塘、土地处理和复合生态系统等自然处理技术方面的研究较多,以这些成果为设计依据,“八五”期间建立了一些氧化塘、土地处理系统示范工程,并对人工湿地处理城市污水技术进行深入研究和示范。在人工处理技术方面,“八五”对高负荷活性污泥、高负荷生物膜、一体化氧化沟技术进行了深入研究,引进、开发了 AB、A/

A/O、A/O、BC、SBR 等处理工艺,研究成果已被应用于大批污水处理厂;城市污水厂污泥处置问题在“九五”科技攻关中受到重视,并配套开发成套的污泥处理设备。“九五”期间工艺技术的中心转移到中小城镇简易高效污水处理实用的成套技术,解决人工处理能耗高、自然处理占地大等问题;并且针对我国城市污水缺乏通用性、基础性的规划及设计和运行管理科学决策体系问题,设立城市污水综合治理集成化技术与决策支持系统的研究项目。

城市污水再生利用的主要对象为市政生活杂用及工业用水。城市污水再生利用一般是污水经二级处理后再进行深度处理,以便达到各种用途的回用水质标准要求。我国城市水资源紧缺,而城市污水就近可得,水量、水质相对稳定,将污水资源化,对防止污染、节约有限的水资源,尤其对缓解缺乏自然水源的城市地区的供水危机有极其重要的意义。

“七五”期间提出了回用水质标准,进行了大量小试、中试试验,以此为基础,“八五”通过工程化和生产性试验研究出城市污水回用于不同对象和不同水质要求的成套回用技术,其中回用于工业冷却、钢铁工业、化工工业的技术已被应用。“九五”期间将把这一技术规范,提交《高效节能城市污水处理和回用集成技术设计手册》,以提高稳定性和降低造价为目的,研究城市污水回用于工业的集成技术。

4.6 水处理设备

随着工艺技术研究的不深入,以及水工业工程设施的建设中用于成套专用设备和监测控制仪表的投资的比例逐渐上升,水工业设备、器材和仪器仪表的差距逐渐在工程中显露出来,其水平关系着水工业的整体水平,也成为制约水工业发展的关键环节。

西方许多发达国家水工业装备的制造技术已较为成熟,包括水工业专用设备、仪器仪表、自动化装备等都已产业化、系列化,形成了跨国大公司,大量占领国际市场,已有许多公司进入我国。自 1988 年以来,欧洲发达国家陆续为我国的自来水厂和污水处理厂的建设和提供政府贷款,这种贷款大部分只能用于购买贷款国的技术和设备。国外先进的水工业节能降耗的专用设备、污水和污泥处理的机械设备和自动化监控技术设备大量涌入国内,占据了很大份额的国内市场。

应当承认,条件优惠的国外政府贷款推动了一大批现代化水厂的建设。但是,由此产生的问题也十分突出:由于相当比例的新建水厂采用引进设备,国内的设备制造业受到严重抑制,技术投入严重不足,真正具备“国家队”实力的企业较少进入这一领域。从整体上讲,水处理设备尤其是专用设备的生产厂家技术素质和产品设计制造水平尚落后于其他行业,与当代国际水平相比有较大差距。

据初步统计,法国德里满 V 型滤池成套技术与设备在我国的重复引进已近 20 套,而我国在“八五”末期已对该技术进行了非常系统的研究,但由于机制限制,无法形成技术与设备集成化的成套技术,因而不具备与之竞争的条件。客观上讲,我国通过近十年的学习和研究在许多单项技术上都已有所突破,已具备加工制造大部分水工业成套设备的能力。面对未来十年我国巨大的水工业市场,国门内外有多少“列强”在跃跃欲试,在国家的统一支持下迅速发展我国自己的水工业技术和制造产业已十分迫切。

1993 ~ 1995 年国家科委、建设部、机械工业部、国家技术监督局联合组织了我国水工业重点产品技术评估。评估结果表明,国内水处理设备总体技术水平基本达到国际 70 年代水平,部分产品已达到 80 年代水平,如国内有关企业生产的离心水泵、小口径潜污泵等产品引进了德国的先进技术;对夹式蝶阀、法兰蝶阀等产品引进了美国、日本技术;罗茨风机引

进了日本技术；带式污泥压滤脱水机引进了法国、奥地利技术；微孔曝气器消化吸收了芬兰的技术。水处理专用机械设备尚未系统引进消化国际先进技术,大部分尚处于“可用”水平,存在着故障率高、材耗大、性能不稳定等质量缺陷。

我国的水处理工艺技术的开发研究在“七五”、“八五”、“九五”期间科技投入较大,发展速度较快,已经接近当代国际水平。我国水工业制造业起步较晚,虽在器材加工、设备制造和自控系统开发方面已经取得了一些成就,但是整体水平与世界先进水平的差距很大,成套的关键的设备很少,产品不能很好地满足使用要求,已经成为城市污水处理事业发展的制约因素之一。研究与开发水工业成套设备,从整体上提高我国水工业专用机械设备、自动化监控设备和器材的整体水平是污水处理设备发展的当务之急。