



- 高等学校水利学科教学指导委员会
- 中国水利教育协会
- 中国水利水电出版社

共同组织编审

普通高等教育“十二五”规划教材
全国水利行业规划教材

水利水电工程概论

李鸿雁 主 编
曹永强 王 刚 张文静 参 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



- 高等学校水利学科教学指导委员会
- 中国水利教育协会
- 中国水利水电出版社

共同组织编审

普通高等教育“十二五”规划教材
全国水利行业规划教材

水利水电工程概论

李鸿雁 主 编
曹永强 王 刚 张文静 参 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书面向水文与水资源工程专业本科生,在系统介绍水利工程相关知识基础上,主要介绍了水利工程分类及其作用、不同功能水利工程的主要水工建筑物组成及其工作原理、水利水电工程枢纽布置要求及一般形式。目的是使学生深入理解水文学和水力学知识如何与水利水电工程规划、枢纽布置和结构设计等进行知识链接,便于学生能够运用所学知识解决基层水利工作中的常见问题,为从事水利水电工程设计、施工、管理工作打下基础。

本书可作为高等学校非水利水电类本科教材,也可作为从事水利水电工程管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程概论 / 李鸿雁主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2012. 8
普通高等教育“十二五”规划教材 全国水利行业规划教材
ISBN 978-7-5170-0254-3

I. ①水… II. ①李… III. ①水利水电工程—高等学校—教材 IV. ①TV

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第242305号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 全国水利行业规划教材 水利水电工程概论
作 者	李鸿雁 主编 曹永强 王刚 张文静 参编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 16.5印张 391千字
版 次	2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

我国地处东亚季风区，独特的季风环流决定了我国水文循环的复杂性和多变性，导致降水年内时空分布不均匀和年际变化较大，这是我国旱涝灾害频发的根本原因。加之我国人口的快速增长，人们生产生活方式的改变，水资源供需矛盾日益突出。解决水资源时空分配不均匀以及来水和用水不协调的矛盾，最根本的措施是兴建水利工程。因此，如何管好水、用好水，并充分发挥水利工程除水害和兴水利的任务，是水文与水资源工程专业和水利水电工程建筑专业共同面对的问题。

本书面向水文与水资源工程专业本科生，同时也适用于非水利水电工程建筑专业的水利工程类大专院校学生。其任务是使学生掌握各种常见水利水电工程基本结构型式、工作原理、设计内容以及水利枢纽的布置原则，便于学生运用所学知识解决基层水利工作中的常见问题，为从事水利水电工程设计、施工、管理工作打下基础。

水利水电工程以力学课程为基础，如水力学、土力学、岩石力学、理论力学、材料力学和结构力学等，同时涉及多个学科，如测量学、水文学、建筑材料学、工程地质学、河流动力学和泥沙动力学等，以上课程与水文与水资源工程专业的知识结构存在较大差异，因此，为适应水文与水资源工程专业的需求，本书编写体现以下特点：

(1) 内容宽泛，程度浅显。除一般水利水电工程外，还包括河道整治和地下取水井工程的内容，力求将水利相关工程尽量加以呈现。同时，考虑到水文与水资源专业学生专业知识结构的特点，在内容安排上只讲建筑物工作原理和结构型式，不涉及力学计算和设计要求的內容。

(2) 图随其文，直观明了。为弥补本科生缺乏工程概念和生产实践经验不足，本教材在文字叙述时，特别注重配以相关图例，使学生获得对水利枢

纽布置和土工建筑物结构的直观认识,加深对其工作原理和设计要求的理解,同时,也提高学生阅读工程图的能力。

(3) 根据功能,安排章节。水利工程建设所涉及的学科与专业非常广泛,如土工建筑物、农田水利工程、治河工程、水电站建筑物等,为将这些课程的核心内容加以精简,本教材采取按水利工程功能分类的方法来安排章节,即核心章节分为挡水与泄水建筑物、取水与输水建筑物、水电站建筑物、防洪治河工程等。

水利水电工程建设是国家的基础性建设项目,其研究领域涉及的专业深度和学科广度,需要越来越多不同学科和专业的人才,如外语、商贸、管理、机电、信息等专业人才,投身于水利水电事业。本教材也适宜非水利水电类学生了解水利水电工程建设和管理相关知识参考之用,该教材已被列为教工委推荐用书。

本书第1章、2章、3章和7章由李鸿雁编写,第4和5章由曹永强编写,第6章由王刚编写,其中,第2章和第5章有关工程地质与地下水相关内容由张文静编写。全书由李鸿雁统稿。

由于编者水平有限,书中不免存在缺点、错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2012年5月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 水资源的特性	1
1.2 我国水资源	2
1.3 水利水电工程	8
1.4 我国代表性水利水电工程	11
第 2 章 相关基础知识	14
2.1 水库	14
2.2 水文计算	17
2.3 水利计算	28
2.4 水力计算	37
2.5 工程地质	48
第 3 章 水利枢纽工程与水工建筑物	59
3.1 防洪标准	59
3.2 水利枢纽工程	61
3.3 水工建筑物	64
第 4 章 挡水与泄水建筑物	68
4.1 重力坝	68
4.2 拱坝	88
4.3 土石坝	96
4.4 溢流坝	112
4.5 坝身泄水孔	119
4.6 岸边溢洪道	121
4.7 水闸	127
第 5 章 取水与输水建筑	143
5.1 水工隧洞	143
5.2 渠首	156
5.3 渠系建筑物	160

5.4 地下水取水构筑物	166
第 6 章 水电站建筑物	178
6.1 水电站的类型和组成	178
6.2 水电站的主要机电设备	183
6.3 水电站引水系统	191
6.4 水电站厂房布置	219
6.5 水电站厂区枢纽布置	238
第 7 章 防洪治河工程	242
7.1 河道防洪整治规划	242
7.2 堤防工程	244
7.3 河道整治建筑物	246
7.4 河道治理的基本方法	249
7.5 分（蓄、滞）洪工程	251
参考文献	254

第 1 章 绪 论

我国地处东亚季风区，独特的季风环流决定了我国水文循环的复杂性和多变性，导致降水年内时空分布不均匀和年际变化较大，这是我国旱涝灾害频发的根本原因。加之我国人口的快速增长和人们生产生活方式的改变，水资源供需矛盾日益突出。如何管好水和用好水，是水文与水资源工程专业和水利水电工程建筑专业共同面对的问题。

本章从我国水资源状况、水资源功能及相应的水利工程、我国水利事业发展状况和代表性水利工程等方面进行系统阐述，试图简明而生动地展示水利工程如何发挥兴利除害的作用。

1.1 水资源的特性

水是人类及一切生物赖以生存的物质基础，是任何其他物质不可替代的自然资源。广义上，水资源是指地球上能够被直接或间接使用的各种水及水中的物质，包括地球上的全部水体；狭义上，水资源是指地球上能够满足人类需求的可利用的水及其属性。与其他自然资源相比，水资源的特性主要表现在以下几方面。

1. 资源的循环性

依靠太阳能，水在自然界中周而复始地循环，形成水资源的循环。在太阳的辐射下，海洋、湖泊、湿地、雪地和植被中的水蒸发到大气中，形成水汽；水汽随大气环流运动，进入海洋和陆地上空，在一定条件下形成雨、雪等降水；一部分降水降落到水面，直接形成径流，另一部分降水到达地面后转化为地下水、土壤水和地表径流；地下径流和地表径流最终又回到海洋，由此形成水的动态循环，不断往复。

2. 储量的有限性

当前情况下，地球上的绝对水量足以满足全人类的使用。地球上约 96.5% 的水存储在海洋中，而目前海洋中的水尚难以为人类直接使用，淡水资源有限，加之水污染，在某些国家和地区已经出现水资源严重不足。

3. 分布的不均匀性

受地理位置、气候条件、季节交替以及地表高程等因素的影响，水资源在地球上的分布极不均匀，不仅表现在时间上，而且表现在空间上，即时空分布不均匀，如热带雨林和沙漠、平原与山地、两极与赤道、海洋和内陆等；冬季和夏季、雨季和旱季、枯水年和丰水年等。

4. 利用的多样性

人类对水资源的需求是多种多样的，有的用水部门需要消耗水量，如工农业用水、生活用水等；有的用水部门能够重复地利用水体而不消耗水量，如发电、航运等。人类对水

资源的利用既有同一性，又有多多样性，这也给人类综合利用提供了广阔的空间。

5. 利与害的双重性

水能载舟，也能覆舟。水给人类提供必需的资源属性的同时，也会给人类带来暴雨、洪水、泥石流或者干旱等灾害。

1.2 我国水资源

我国辽阔的地域条件，西高东低呈三级阶梯状分布的地势特征，加上各种地形地貌的空间特殊组合和分布，形成了我国气候的季风性、大陆性和多样性的特点。这种气候特点对蒸发、降雨等区域水循环的基本环节造成显著影响。我国多年平均年降水总量为 61786 亿 m^3 ，多年平均降水量为 649.9mm，空间上，降水分布呈东多西少、南多北少，400mm 等雨量线由东北至西南斜贯穿我国全境，是我国湿润半湿润与干旱半干旱的地理分界线；时间上，年际变化大、年内分布不均，降水通常集中在 6~9 月，可占全年降水量的 60%~80%。全国多年平均陆地蒸发量为 357.2mm/年，占多年平均降水量的 55%。

1.2.1 我国水资源状况

1. 水资源数量

我国多年平均水资源总量约为 2.84 万亿 m^3 ，地表水约占 96%，与地表水不重复的地下水约占 4%（绝大部分集中在平原区）。地表水分布格局是南多北少，东部多、内陆少，山区多、平原少。其中，北方地区占 18.5%，南方地区占 81.5%。在时间上，6~9 月径流通常占全年的 2/3，年径流最大值是最小值的 2~5 倍，越是干旱的地方倍数越大。在全国十大流域中，长江流域水资源量最大，占全国的 34.43%，海河流域最少，仅为 1.30%，如图 1.1 所示。

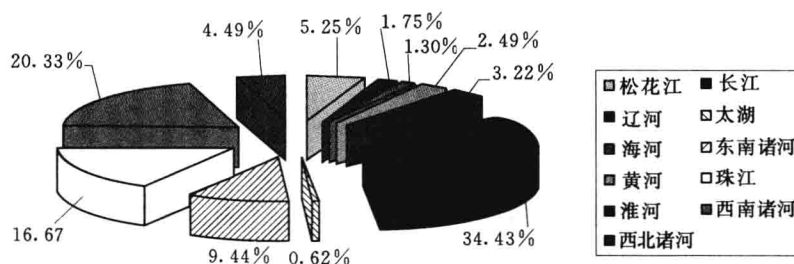


图 1.1 全国水资源一级区水资源总量分布情况

2. 水资源质量

河流水质方面，2005 年，在我国评价的 14.05 万 km 河长中，符合和优于 III 类水质的河长占 60.9%，IV 类、V 类和劣 V 类分别占 11.8%、6.0% 和 21.3%。10 个一级流域河流水质最好的是西南诸河，其次是西北诸河。松花江、辽河、海河、黄河和淮河等北方主要河流污染河长的比例都在 50% 以上；长江、珠江等东南诸河污染河长比例在 30% 左右；珠江三角洲和长江三角洲人口稠密、经济发达，水污染也极其严重，如太湖流域近几年污染河长的比例超过 90%。

1.2 我国水资源

湖泊和水库水质方面, 2005年, 根据对49个代表性湖泊进行的评价, I~Ⅲ类水质的湖泊占34.7%, IV~V类水质的湖泊占34.7%, 劣V类水质的湖泊占30.6%。就营养状况看, 富营养湖泊占69%, 中营养湖泊占29%, 贫营养湖泊占2%。全国水库水质污染和严重污染的水库占26.9%左右, 富营养化水库高达68.1%。

供水水源水质方面, 2005年, 全国饮用水水源地供水水质合格率100%的占53.5%, 合格率60%以下的占23.3%。

3. 水资源特点

由于受到季风气候的影响, 水资源的空间分布极其不均, 与人口、耕地和矿产等资源的分布也很不匹配, 导致水资源的供需矛盾非常突出。具体来讲, 中国水资源状况有以下特点: ①总量丰富, 人均占有量少; ②时空分布极其不均; ③水资源地区分布与生产力布局不平衡; ④水源污染严重, 生态环境用水问题突出。表1.1为水资源一级区不同类型水资源总量。

表 1.1 水资源一级区不同类型水资源总量 单位: 亿 m³

水资源一级区	降水量	地表水资源量	地下水资源量	地下与地表水资源不重复量	水资源总量
全国	58242.0	24489.2	7683.5	987.3	25476.5
松花江	4334.5	1085.4	449.2	198.1	1283.5
辽河	1482.7	321.1	163.1	72.2	393.4
海河	1402.5	96.2	189.1	123.5	219.8
黄河	3237.1	456.0	357.8	108.3	564.3
淮河	2662.2	634.1	387.3	247.3	881.4
长江	17366.9	7958.7	2189.6	101.0	8059.6
太湖	402.3	131.1	40.6	15.2	146.4
东南诸河	3925.3	2329.5	603.9	10.9	2340.4
珠江	9369.0	4985.2	1166.3	12.2	4997.3
西南诸河	8474.0	5171.8	1247.3	0.0	5171.8
西北诸河	5585.5	1320.1	889.3	98.6	1418.6

4. 水资源开发利用水平

按当年水资源量计算, 2005年全国水资源开发利用程度为20%, 其中, 地表水开发利用程度为16.9%, 水资源开发利用程度最低的是西南诸河, 最高的是海河, 见表1.2。

表 1.2 2005年各大流域水资源开发利用程度 (%)

流域开发利用程度	松花江	辽河	海河	黄河	淮河	长江	东南诸河	珠江	西南诸河	西北诸河
按多年平均水资源量计算	25.4	38.4	102.4	54.0	59.4	18.7	12.1	19.5	1.8	48.3
其中: 地表水	17.2	19.9	56.8	41.2	56.9	17.8	11.8	17.6	1.7	44.3
按当年水资源量计算	24.8	34.7	141.9	50.4	38.8	18.6	14.4	19.9	1.8	42.4
其中: 地表水	17.1	14.8	100.0	37.3	34.7	17.9	13.9	19.0	1.8	38.4

我国是世界上水库数量最多的国家, 但是病险隐患较多, 存在水库工程标准低、安全

隐患多、管理不规范等问题。中华人民共和国成立以来,虽然我国修建了大量水利工程,水资源开发利用在满足日益增长的工农业发展需要方面取得了很大进展,大江大河常遇洪水也得到初步控制,但随着人口增长、经济发展,水问题成为制约我国区域经济社会可持续发展的重要瓶颈。从全国范围来看,我国面临的水问题主要有以下 3 个方面:①防洪标准低,洪涝灾害频繁,对经济和社会的可持续发展威胁大;②干旱缺水日益严重;③水生态与水环境恶化。

1.2.2 我国水资源演变情势

受全球气候变化以及下垫面土地利用、水资源开发利用等人类活动影响,我国水循环和水资源发生深刻演变。

1. 水资源数量演变

根据全国水资源评价成果,1956~1979 年与 1980~2000 年两个系列的地表水资源量和水资源总量变化不大,但空间分布更加不均匀。南方地区水资源量增加幅度接近 4%,北方部分地区水资源量减少明显,黄河、淮河、海河和辽河区 4 个流域水资源总量减少 12%,其中,海河流域水资源总量减少 25%,如图 1.2 所示。类似地,全国整体地下水水资源量变化不大,但区域变化显著。辽河和松花江平原区地下水呈现增加趋势,黄河和海河平原区地下水呈减少趋势。就中国流域水循环的过程与环节来看,以典型的黄河流域为例,研究发现在人类活动影响下,流域水资源演变呈 5 大规律:①流域水循环水平通量减少,垂直通量增加;②径流性水资源减少,有效的广义水资源量增加;③河道径流量减少,不重复的地下水水资源量增加;④干流中下游径流量减少,支流就地利用量增加;⑤随着人类活动的持续,上述演变趋势将不断加剧。

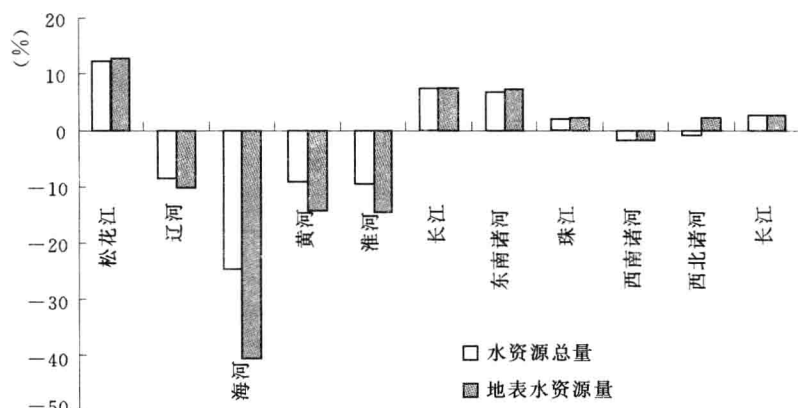


图 1.2 水资源一级区 1980~2000 年和 1956~1979 年水资源数量变化比较图

2. 水资源质量演变

我国的废污水排放量从 1980 年的 315 亿 t 增加到 2005 年的 717 亿 t,增加了 1.3 倍。近些年来,我国政府不断加大水资源保护和水污染防治力度,重点加强“三河三湖”的水污染治理和重要饮用水水源地保护,有效遏制了水环境不断恶化的趋势。尽管局部地区水污染出现反弹,但水环境质量总体相对稳定并略有好转。污染河长(即水质劣于Ⅲ类的河长)所占比例 2002 年上升至 64.7%,之后缓慢下降,到 2005 年为 60.9%。但劣 V 类的

1.2 我国水资源

河长所占比例呈现明显增加趋势。自 20 世纪 90 年代以来,以“三湖”为代表的湖泊水污染不断加剧。全国水库的污染和富营养化程度也呈加大趋势,污染和严重污染的水库已占 1/4 左右,见表 1.3 和表 1.4。

表 1.3 2000~2005 年湖泊污染情况

项目	年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	评价湖泊数量(个)		24	23	24	52	50
污染湖泊数量(个)		15	11	18	31	32	34
污染湖泊所占比例(%)		62.5	47.8	75	59.6	64	69

表 1.4 2000~2005 年全国水库污染情况

项目	年份	2000	2001	2002	2003	2005
	污染情况	评价水库数量(座)	139	149	196	308
污染水库数所占比例(%)		6.5	14.1	17.3	13.6	20.3
严重污染水库数所占比例(%)		9.3	8.1	9.2	11.7	6.6
营养化情况	评价水库数量(座)	93	102	161	226	47
	中营养化水库数及所占比例(%)	69.9	75.5	65.2	66.4	29.8
	富营养化水库数及所占比例(%)	15.1	20.6	34.8	33.6	68.1

3. 水资源开发利用演变

我国水资源开发利用演变呈现以下特点:①用水总量增长速率逐渐趋缓。1949~1982 年,全国用水年均增长率为 4.82%;1980~1999 年,年均用水量增长率为 1.22%,相对于 GDP 增长率的弹性系数为 0.126;2000 年以来,年用水量在 5500 亿~5600 亿 m^3 上下波动;②用水结构发生明显变化。农业用水比重呈现明显下降趋势,工业用水和生活用水比重呈缓慢上升趋势,生态用水从整体上处于被挤占的较低水平,如图 1.3 所示;③用水效率逐步提高。受产业结构变化和用水效率增长,我国万元 GDP 用水量呈明显下降趋势,如图 1.4 所示。

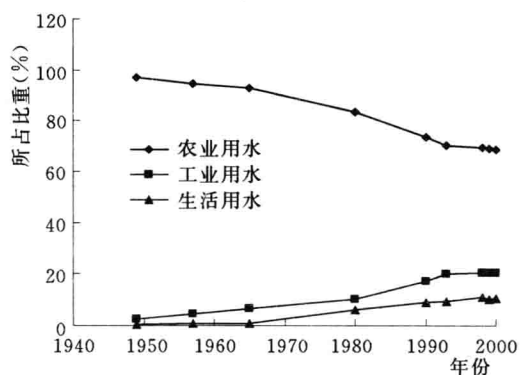


图 1.3 全国用水结构变化情况 (1949~2000 年)

1.2.3 我国面临的主要水资源问题

我国的水问题已经从传统意义上的干旱和洪涝发展为“水多、水少、水浑、水脏”等多种问题共存并相互影响、相互交织的局面。形成我国水问题严峻形势的根源,总体而言主要有两个方面:①自然因素,与气候条件的变化和水资源的时空分布不均有关;②人为因素,与社会经济活动、人类不合理的水资源开发利用和管理有关。

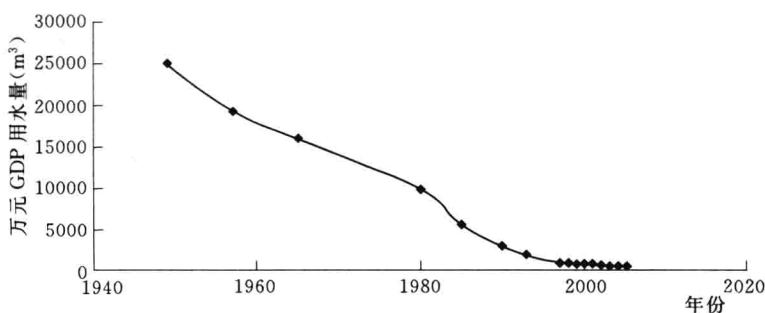


图 1.4 全国万元 GDP 用水量变化趋势 (1949~2005 年)

1. 水资源短缺已成为社会、经济发展的“短板”

我国现状人均水资源量已不足 2200m^3 ，只有世界人均值的 29%。全国 45% 的国土面积年降水量小于 400mm ，属于干旱半干旱地区。在全国 10 个水资源一级区中，北方地区 6 个水资源一级区人均水资源量为 900m^3 。以 2000 年国民经济需水量为基数，近 50 年来我国多年平均国民经济缺水约 350 亿 m^3 ，平均缺水率 6% 左右。据《全国水资源综合规划》统计，全国多年平均缺水为 536 亿 m^3 ，其中黄河、淮河、海河和辽河 4 个水资源一级区总缺水占全国的 66%。水资源短缺对工农业生产造成了严重影响。据估算，近几年全国每年工业缺水 40 亿~60 亿 m^3 ，因工业缺水造成的经济损失达 2000 亿~3000 亿元。缺水还影响到城乡人民的饮水安全，并导致河道断流、湖泊湿地萎缩甚至干涸，地下水位持续下降，天然植被衰败与消亡等生态问题。

2. 水资源时空变化大、分布不均且与生产力布局不相匹配

我国北方地区国土面积、人口、耕地面积和 GDP 分别占全国的 64%、46%、60% 和 45%，但其水资源总量仅占全国的 19%，其中黄河、淮河和海河 3 个水资源一级区水资源总量合计仅占全国的 7%，人均水资源占有量不足 450m^3 。

3. 水污染呈现结构型、压缩型和复合型等特点

长期以来，我国积累的水污染问题尚未彻底解决，新的水污染与水环境问题又在不断发生。污染物的排放总量大，污染结构日趋复杂，点源与非点源交织在一起，呈不断增加的趋势。由于环境问题多年的积累和欠账、落后的水污染治理和排污监管水平，我国水污染积重难返，事故进入高发期，呈现出一触即发的危险态势。据不完全统计，2001~2005 年，全国发生水污染事故 4681 次，年均 936 次，其中，2004 年淮河水污染事故和 2005 年松花江水污染事故都是震惊全国的特大水污染事故。水污染给生活、生产和生态系统都带来严重危害，主要体现在：影响饮水安全，危害人体健康；污染农田，影响作物产量和质量；影响水产养殖和水产品产量与质量；减少达标供水量，增加水处理成本；河流湖泊水质恶化，对水生态系统造成严重危害等。

4. 水土流失严重危及流域生态安全

我国是世界上水土流失最严重的国家，水土流失面积约占国土总面积的 37%，目前流失面积已达 356 万 km^2 。由于水土流失严重，1900~1999 年我国主要江河流域有 6 年发生大洪水，局部地区洪水年年发生，同时，因暴雨引发的泥石流、滑坡等突发性地质灾害

害严重。我国的水土流失不仅面积大，而且范围广、侵蚀类型复杂。据估算，全国每年流失土壤约 50 亿 t，其中大部分发生在长江上游和黄河上中游地区。水土流失导致耕地破坏、草原退化、河流湖库淤积、生态环境破坏、沙尘暴危害加剧，对社会、经济和生态环境都造成重大损失。

5. 水资源过度开发造成水生态系统整体退化

受水资源总量不足、生活生产用水持续增加以及用水方式粗放等因素的共同驱使，我国水资源开发过度，黄河、塔里木河、黑河、石羊河及北方地区的其他许多河流都出现下游长期断流局面。根据我国 2002 年水质评价结果，在调查评价的 12.3 万 km 河长中，Ⅳ类水河长占 12.2%，Ⅴ类或劣Ⅴ类水河长占 23.1%。据统计，我国目前已形成深浅层地下水超采区 400 多个，总面积近 19 万 km²，约占平原区总面积的 11%，且主要分布在北方地区，其中海河平原地下水超采区面积占其平原面积的 91%。如此严重的地下水超采已导致全国超过 9 万 km² 的面积发生不同程度的地面沉降，最大累积沉降量达 3040mm，同时，导致海水入侵总面积超过 1500km²，地下咸水入侵面积约 1160km²，使得地下水水质呈明显恶化趋势。由于河道断流或补给水量减少，导致下游湖泊湿地不断萎缩甚至干涸。在地表水过度开发的同时，地下水严重超采问题日益加剧，北方许多地下水降落漏斗区面临地下水资源枯竭的严重危机。

1.2.4 我国水资源的可持续开发利用

1. 水资源保障情势

纵观我国近 50 年来的经济社会用水增长过程，已经从用水快速增长期进入低速稳定增长期。未来 20 年，我国将处在一个人口持续增长、经济高速发展的阶段，人民生活水平不断提高、工业化和城市化进程进一步推进、保障国家粮食安全、维系良好生态环境都对水资源提出更高要求，经济社会需水仍将会长期增长。此外，节水型社会建设、水资源保护与生态用水保障、水资源合理配置与统一管理以及充分利用非常规水源，是我国今后水资源开发利用的战略重点。将形成我国水资源配置“东西互济、南水北调、边水济腹”的总体格局。预计到 2030 年，我国水资源整体调控能力将显著提高。在一般年份，全国范围内基本实现水资源的供需平衡，见表 1.5。

表 1.5 水资源供需平衡分析

一级流域	现状年 (亿 m ³)			2030 年 (亿 m ³)		
	需水	供水	缺水	需水	供水	缺水
松花江	352	341	11	517	517	0
辽河	196	171	25	227	224	3
海河	402	326	76	429	415	14
黄河	437	391	46	481	468	13
淮河	651	596	55	716	707	9
长江	1939	1909	30	2239	2235	4
东南诸河	339	331	8	338	337	1
珠江	792	776	16	810	805	5
西南诸河	106	99	7	136	133	3

续表

一级流域	现状年 (亿 m ³)			2030 年 (亿 m ³)		
	需水	供水	缺水	需水	供水	缺水
西北诸河	598	561	37	642	636	6
北方六片	2636	2386	250	3012	2967	45
南方四片	3176	3115	61	3523	3510	13
全国	5812	5501	311	6535	6477	58

2. 水资源可持续开发利用

在人类活动方面，当代水资源的开发利用不应有任何削弱未来发展的能力和机会，以提高人类生活质量为重点；在经济方面，在保持水资源的质与量的前提下，与经济协调发展，使经济净利益增加到最大限度；在环境方面，水的开发、利用和保护不能危及生态平衡；在技术方面，开发和利用清洁、高效的生产工艺，尽可能减少水资源的消耗，减少人类活动对环境的破坏以及对地球的压力。

3. 水资源可持续发展原则

不因开发利用天然水源，形成未来水源逐渐衰减甚至枯竭的局面；地下水开采与天然及人工补给保持动态平衡；对地下水的超采和污染得到有效控制。一定范围内的水供需状况能随工程供水能力的增加及合理用水和节水措施的配合，保持较长期的相互协调状态，包括因全球气候变化而导致的天然水资源可能出现变化时所应采取的对策。因工程供水能力的增加而带来废污水排放量的增加，为保护水源而相应增加废污水处理能力以保证水源的可持续利用。促进水文循环的各种因素向有利于增加可利用水资源量的方向变化。可利用水资源总量得到持续的增加。节约用水达到更高的水平，全社会节水意识不断提高。

我国是个缺水的国家，必须进行大规模的田地整治，逆转恶化的水生态环境；更应保护和合理开发利用水资源，建立节水型社会，缓解供需矛盾，为此应做到以下几点：

- (1) 加强水利建设，增加供水设施，通畅江河流域，提高抗灾能力。
- (2) 加大执法力度，采取有力措施，控制污染发展，建立水源保护区制度。
- (3) 加强水资源管理，建立统一的权威机构，抓好水价改革。
- (4) 依靠科技进步，实行节水战略，大力推行节水技术，发展节水产业，提高用水效率。
- (5) 普及水资源知识，控制人口增长。
- (6) 提高植树造林，调整产业结构，逐步退耕还林，再造秀美山川。
- (7) 兴建调水工程，解决缺水问题，科学分配南北水资源，促进经济带的发展。
- (8) 统一思想认识，树立可持续发展思想，加大宣传力度，增加水患意识。

1.3 水 利 水 电 工 程

1.3.1 水利工程的概念

解决水资源时空分配不均匀以及来水和用水不协调的矛盾，最根本的措施是兴建水利

工程。水利工程是指对自然界的地表水和地下水进行控制和调配,以达到除害兴利目的而建的工程。水利工程的根本任务就是除水害和兴水利,也包括水力发电。

在流域内重新分配和调节径流的主要手段就是兴建水库,水库把枯水季节的径流和汛期部分的洪水拦蓄起来:一方面,控制了泄流量,减轻洪水对下游的威胁;另一方面,可以做到蓄洪补枯、以丰补缺,为灌溉、供水和水力发电蓄存水资源。

1. 水利与兴利工程

水资源开发利用的兴利工程涉及项目极为广泛,如农业灌溉、工业用水、生活用水、水能、航运、港口运输、淡水养殖、城市建设和旅游等。由大坝建设形成的水库是实现这些功能的核心工程,水库运行解决了来水和用水时空分配不协调的矛盾。其中,功能性的水工建筑物实现了不同的兴利需求,如坝、堤、溢洪道、水闸、进水口、渠道、渡槽、筏道和鱼道等不同类型的水工建筑物。

2. 水害与防洪工程

为防洪减灾所修建的防洪工程,主要有堤防、河道整治工程、蓄(滞)洪工程和水库等。按功能可分为挡、泄(排)和蓄(滞)几类:挡水工程阻挡洪水对保护对象的侵袭,如用河堤、湖堤防御河、湖的洪水泛滥,用海堤和挡潮闸防御海潮,用围堤保护低洼地区不受洪水侵袭等;排(泄)水工程主要是增加泄洪能力,如修筑河堤、整治河道和开辟分洪道等;蓄(滞)水工程主要调节洪水、削减洪峰、减轻下游防洪负担,如水库、分蓄(滞)洪区工程等。

3. 水能与发电工程

河川径流蕴藏着丰富的水能资源,水力发电就是利用水力推动水轮机转动,将水能转变为机械能,水轮机带动发电机转子旋转,发电机转子和定子相对运动产生电流。水力发电工程完成了“水能→动能→电能”的能量转换过程。由坝、闸或河床式厂房等拦蓄水建筑物、泄水建筑物、引水系统、水电站厂房、变压器场和开关站等,组成以发电为主要任务的水力发电工程。

1.3.2 我国水利工程建设

我国人民治水历史悠久。四川都江堰枢纽工程、陕西的郑白渠灌溉工程、广西的灵渠运河和京杭运河等水利工程建设均始于公元前,公元年间相继建有黄河大堤等各种水利工程。我国古代著名的水利工程见表 1.6。

表 1.6 我国古代著名的水利工程(来源:水利部网站)

工程名称	修建年代	所在地点	主持人	备注
芍陂	公元前 589~前 591 年	安徽省寿县	孙叔敖	又称龙泉之陂、勺陂
邗沟	公元前 486 年	江苏省淮阴至扬州	夫差	又称山阳渎、淮扬运河、里运河,元代以后成为京杭运河的一段
京杭运河	公元前 486~前 605 年	北京市至浙江省杭州市	杨广等	历史上屡经扩建、改建,以隋唐两朝最盛,故有隋唐大运河之称
智伯渠	公元前 453 年	山西省太原市	智伯	
引漳十二渠	公元前 425 年	河北省临漳县至河南省安阳市	西门豹	中国北方最早的引水灌溉大型渠系工程

续表

工程名称	修建年代	所在地点	主持人	备 注
鸿沟	公元前 361 年	河南省开封至安徽省沈丘	魏惠王	古代最早沟通黄河和淮河的人工运河
都江堰	公元前 256 年	四川省灌县	李冰	
郑白渠	公元前 221~前 206 年	陕西省境内	郑国、白公	公元前 221 年始修郑国渠, 公元前 206 年白公又修白公渠, 两渠合称郑白渠
灵渠	公元前 219 年	广西壮族自治区兴安县	禄	又名陂河, 兴安运河
后套八大渠	公元前 126 年	内蒙古自治区巴彦淖尔盟		自西而东包括: 永济渠、刚目渠、丰济渠、沙河渠、义和渠、通济渠、长济渠和塔布渠
鉴湖	140 年	浙江省绍兴	骝	又名镜湖、长湖
练湖	304~306 年	江苏省丹阳县	陈敏	又名练塘、曲阿后湖、丹阳湖
荆江大堤	345 年	湖北省枝城至河南省城陵矶	桓温	历史屡经扩建、改建, 清代曾称万城大堤
它山堰	833 年	浙江省鄞县	王元韩	
木兰陂	1064~1083 年	福建省莆田县	钱四娘、李宏等	
三江闸	1537 年	浙江省绍兴市	汤绍恩	

进入 20 世纪以来, 尤其是中华人民共和国成立以后, 我国水利建设进入大发展时期。近 50 年来, 兴建了大量水利基础设施, 截至 2000 年底, 全国已建成水库 8 万多座, 加固和新修堤 20 多万 km, 农田灌溉面积达到 5.5 万 hm^2 , 水电装机容量达到 7600 多万 kW。这些水利建设在防洪保安、城乡供水、水力发电、内河航运、水土保持、生态建设、海港、水产和娱乐等方面, 为国民经济持续快速健康发展、社会安定、人民生活水平提高、改革开放顺利进行和国家经济安全提供了有力支撑, 发挥了重要保障作用。

重点工程是水利工程建设的支柱, 在水利事业中起着举足轻重的作用。一大批重点水利工程的建设, 在除害兴利方面发挥重要作用, 有力地保证国民经济的健康发展。特别是改革开放以来, 大江大河治理和开发步伐明显加快, 三峡、小浪底、治淮和治太等一大批重点工程相继开工建设, 掀起水利工程建设的新一高潮。

近年来, 我国频繁发生的严重水旱灾害, 造成生命财产的重大损失, 暴露出农田水利等基础设施十分薄弱, 大力加强水利建设势在必行。中共中央国务院于 2011 年 1 月 29 日发布《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》, 文件指出水利是现代农业生产不可或缺的首要条件, 是经济社会发展不可替代的基础支撑, 是生态环境改善不可分割的保障系统, 具有很强的公益性、基础性和战略性。加快水利改革发展, 不仅事关农业农村发展, 而且事关经济社会全局发展; 不仅关系到防洪安全、供水安全和粮食安全, 而且关系到经济安全、生态安全和国家安全。文件强调, 把水利作为国家基础设施建设的优先领域, 把农田水利作为农村基础设施建设的重点任务, 把严格水资源管理作为加快转变经济发展模式的战略举措, 大力发展民生水利, 努力走出一条中国特色的水利现代化道路。新时期我国水利事业的繁荣与发展, 为水利工作者提供了前所未有的机遇和挑战。