

辽宁省水利学会科普讲堂
2021年“5.12”防灾减灾日

新时代洪涝风险的演变趋向 与综合治水的适宜模式

程晓陶 工学博士

中国水利水电科学研究院 教授级高级工程师

国家减灾委专家委员会 委员

水利学会城市水利专委会 主任委员

《水利学报》主编

内容提要

- 引言
- 新时代洪涝风险的演变趋向
- 生态文明理念引领下综合治水的适宜模式
- 几点结论



中华民族的发展史也是与水旱灾害的抗争史

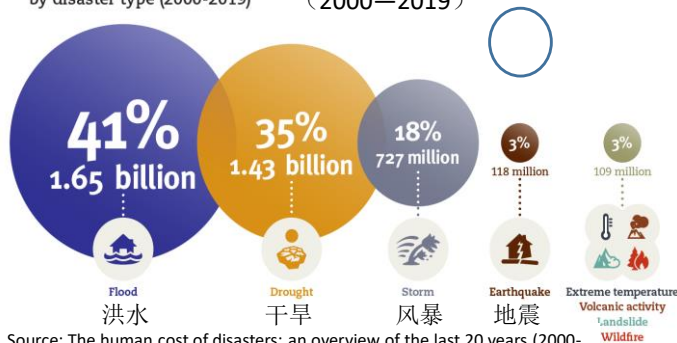
- 洪水与干旱历来是全球影响范围最广、对人类的生存与发展危害最为显著的自然灾害。

大禹治水、女娲补天、后羿射日、愚公移山，各种古老传说，无不渗透着中华民族自强不息、坚持不懈、百折不挠的优秀基因！

Figure 9

Total number of people affected by disaster type (2000-2019)

全球分灾种受灾人口总数 (2000—2019)



Source: The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019). UN Office for Disaster Risk Reduction, 2020

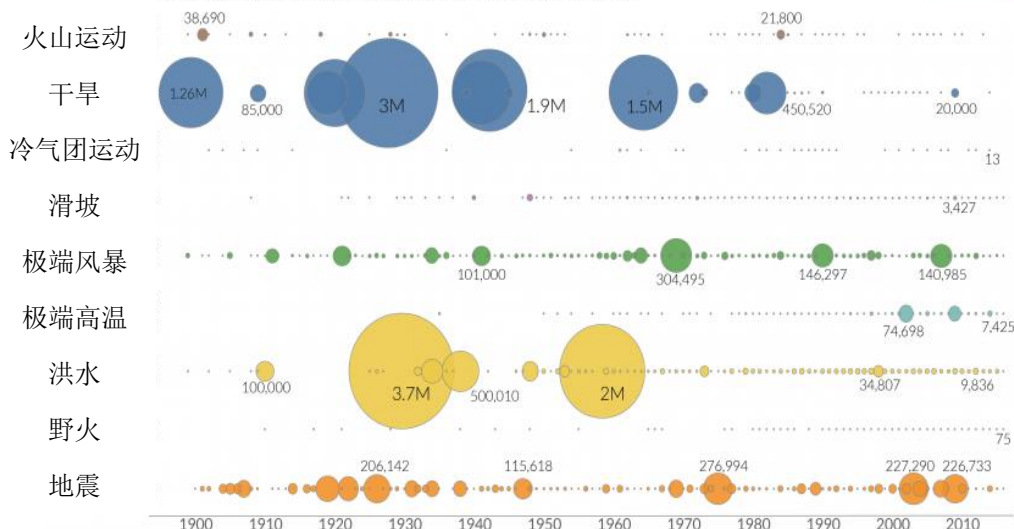
“善为国者必先除五害。水一害也，旱一害也，风雾雹霜一害也，疠（瘟疫）一害也，虫一害也，此谓五害。五害之属水为大”——《管子·度地篇》

3

Global deaths from natural disasters (1900-2016)

The size of the bubble represents the total death count per year, by type of disaster.

Our World in Data



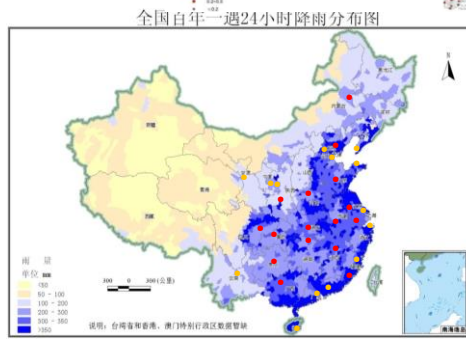
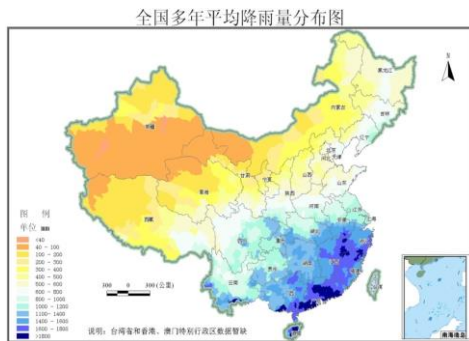
Data source: EMDAT (2017): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain - Brussels - Belgium. OurWorldInData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

全球自然灾害死亡人口
(1900—2016)

在洪水风险区中求生存、谋发展，是我国的基本国情

- 雨热同期，有利于农业发展；
- 胡焕庸线东南侧降水相对丰沛，易洪易涝区内人口资产密集，城镇星罗棋布；
- 642座防洪城市，地理气候差异显著
 - 滨海型城市57座（8.9%）
 - 平原型城市288座（44.8%）
 - 山丘型城市297座（46.3%）

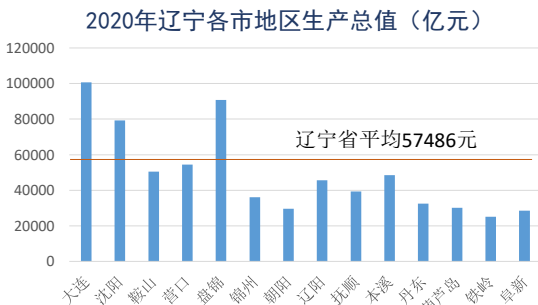


国土：43.8%
人口：94.1%

图例：
• 第一批试点城市
• 第二批试点城市

综合治水成败关键在于因地制宜把握适度

- 辽宁省是东北地区降水量最多的省份，年降水量在600~1100mm之间。东部山地丘陵区年降水量在1100mm以上；西部山地丘陵区与内蒙古高原相连，年降水量在400mm左右，是辽宁省降水最少的地区；中部平原降水量比较适中，年平均在600mm左右。
- 辽宁省境内有大小河流300余条，其中，流域面积在5000km²以上的有17条，在1000~5000km²的有31条。



主要河流有
辽河、浑河、大凌河、太子河、绕阳河以及中朝两国共有的界河鸭绿江等，形成辽宁省的主要水系。



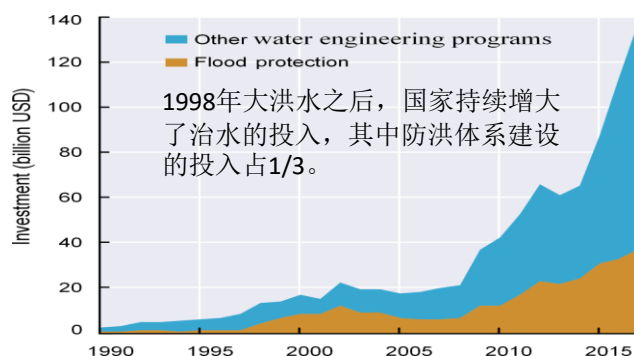
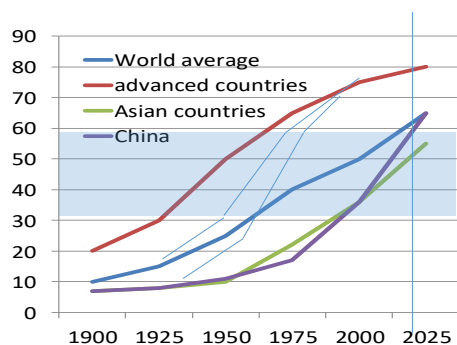
在辽宁省陆地总面积中，山地为8.8万km²，占59.5%；平地为4.8万km²，占32.4%；水域和其他为1.2万km²，占8.1%。

内容提要

- 引言
- **新时代洪涝风险的演变趋向**
- 生态文明理念引领下综合治水的适宜模式
- 结论

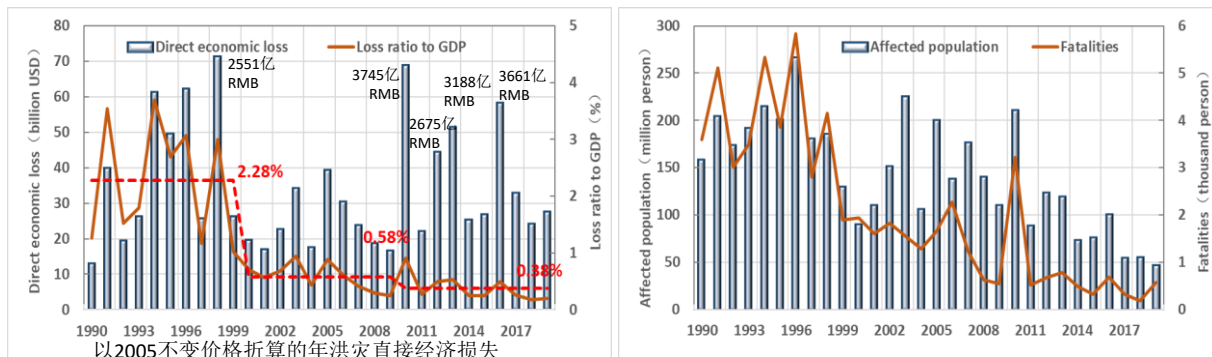
空前迅猛的城镇化进程对水安全保障构成巨大压力

- 改革开放40年来我国城镇化进入加速发展阶段。1978—1998年的20年间常住人口城镇化率从17.9%提高到30.4%，前20年仅上升12.5个百分点；而2018年城镇化率达到59.6%，后20年增长了29.2个百分点，可见城镇化进程之迅猛。本世纪新增常驻城市人口超过美国全国人口的总和。
- 快速发展初期，城市建设普遍存在“先地上、后地下”现象，1990年代一度水患频仍，1998年举国上下的抗洪斗争，凸现了水利基础设施建设滞后、欠账太多的问题。
- 发展中水问题日趋复杂艰巨与水安全保障要求不断提高的矛盾日益突出，处理不当会演变为水危机。



迅猛城镇化背景下水灾损失变化特征

随着大江大河防洪能力逐步增强，我国洪灾相对损失与人员伤亡显著下降。然而，直接损失呈双峰型变化。2010年以来，8年中有4年损失高达2600亿~3700亿元之间。但相对损失进一步下降到0.4%，人员伤亡明显减少，说明水利投入持续增长对支撑发展与保障安全起到了重要的作用。然而，一旦遭遇不利年份，仍会发生较大损失与伤亡。



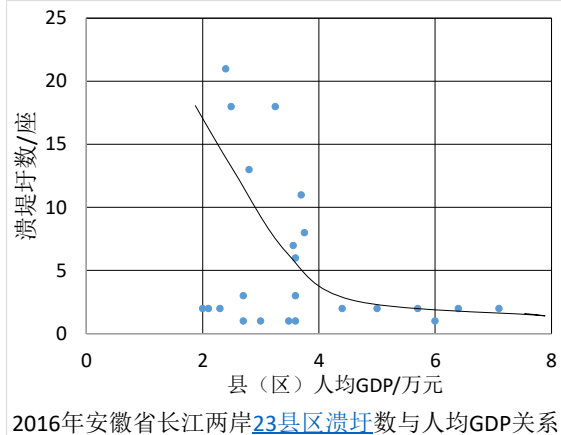
中国1990—2019年洪涝灾害经济损失与受灾人口

Shiqiang Du et al. Brief communication: Rethinking the 1998 China floods to prepare for a nonstationary future [J]. Natural Hazard and Earth System Sciences. 19, 715-719, 2019, 王艳艳补充近两年

年洪涝直接经济损失(10⁹ CNY)

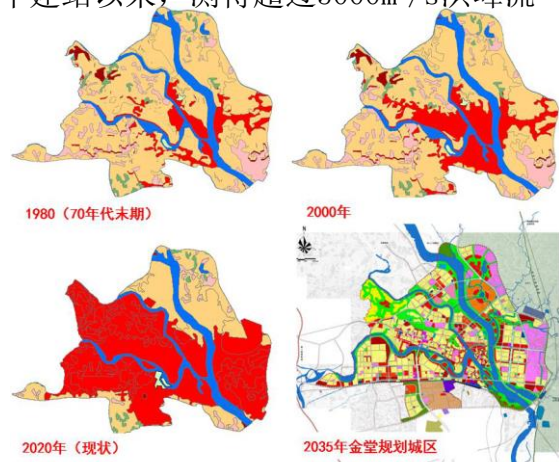
2006-2016年历年受洪涝影响城市数(座)

年份	受洪涝影响城市数(座)	年洪涝直接经济损失(10 ⁹ CNY)
1998	~40	~250
2006	~110	~120
2007	~105	~110
2008	~120	~80
2009	~130	~90
2010	~260	~380
2011	~135	~130
2012	~180	~270
2013	~240	~320
2014	~120	~150
2015	~150	~160
2016	~185	~370



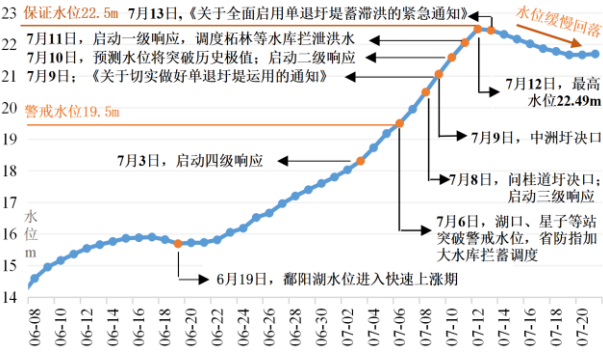
案例1 成都市金堂县城区洪水风险演变的成因

- 2020 年沱江流域金堂段持续发生“8.12”和“8.17”两次大洪水，三皇庙水文站水位流量实测资料显示：第一次洪峰最大流量7910m³/s，最高水位446.29m；第二次洪峰最大流量8100m³/s，水位达到446.55m。“8.17”洪水为本世纪最大洪水，洪水量级达到将近100 年一遇。三皇庙水文站1939年建站以来，测得超过5000m³/s洪峰流量24次，其中2020年发生4次，2013年3次。



案例2 鄱阳湖单退圩主动进洪

• 7月8号开始，问桂道圩、中洲圩和三角联圩等3座万亩以上圩堤、10余座千亩堤先后决口。在加大上游水库拦蓄洪水的同时，江西省7月9日、13日先后两次要求各地启用单退圩分蓄洪水，并与10日启动二级响应，11日升为一级响应。



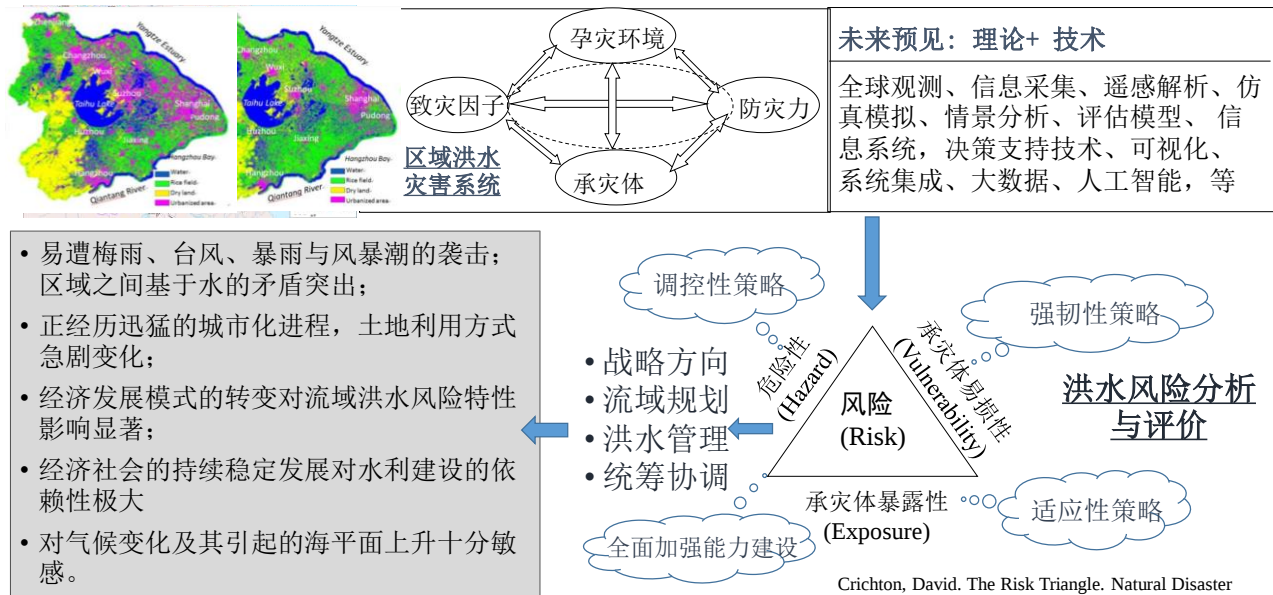
- 2020年鄱阳湖单退圩启用前、后面积分别为3859km²和4436km²,比1998年淹没面积4825km²仅减少389km²。
- 单退圩“低水种养、高水还湖”,仅规定进洪“当年没有收益的,相应核减其农业税”,但该税在2006年已全面取消,行洪风险实际上由圩内种养殖户自行承担。特别是圩内大量土地已转为集约化经营,大户人家损失惨重,面临无法承受的风险。

13

现代社会洪涝风险的演变特征与趋向

	传统社会	现代社会
威胁对象(承灾体)	受淹区内的居民家庭,牲畜、农田、村庄、城镇、道路与水利基础设施等(A)	(A)+ 供电、供水、供气、供油、通讯、网络等生命线网络系统,机动车辆等;影响范围与受灾对象远超出受淹区域;企业与集约化经营者成为重灾户。
致灾机理(灾害系统构成及互动关系)	因受淹、被冲而招致人、畜伤亡和财产损失(B),以自然致灾外力为主,损失主要与受淹水深、流速和持续时间成正比。	(B)+ 因生命线系统瘫痪、生产链或资金链中断而受损。孕灾环境被人为改良或恶化,致灾外力被人为放大或削弱;承灾体的暴露性与脆弱性成为灾情加重或减轻的要因;水质恶化成为加重洪涝威胁的要素。
成灾模式(基本、典型的灾害样式)	人畜伤亡、资产损失、水毁基础设施(C),及并发的瘟疫与饥荒,灾后需若干年才能恢复到灾前水平。	(C)+ 洪涝规模一旦超出防灾能力,影响范围迅速扩大,水灾损失急剧上升;借贷经营者灾后资产归负,成为债民;应急响应的法制、体制、机制与预案编制对成灾过程及后果有重大影响;灾难性与重建速度、损失分担方式相关。
损失构成(直接、间接损失)	以直接经济损失为主,人员伤亡、农林牧渔减产、房屋与财产损毁、工商业产品损失、水毁基础设施等(D)	(D)+ 次生、衍生灾害造成的间接损失所占比例大为增加。生命线系统受损的连锁反应;信息产品的损失,景观与生态系统的损失增大;灾后垃圾处置量激增,可能引发严重环境问题。
风险特征(危险性、暴露性、脆弱性)	洪涝规模越大,可能造成的损失越大;洪水高风险区及受淹后果凭经验可作大致的判断;救灾不力可能引发社会动荡。	受灾后资产可能归负,难以承受的风险加大;风险的时空分布与可能后果的不确定性大为增加;决策风险增大,决策失误可能影响社会安定;承灾体的暴露性与脆弱性成为抑制洪涝风险增长需考虑的重要方面。

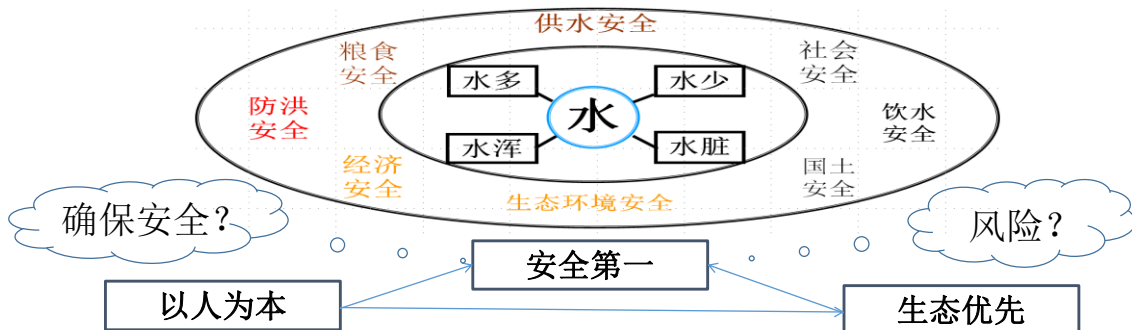
洪水风险评估与应对策略的基本理念：以太湖流域为例



17

全面树立水安全保障理念，向减轻风险转变

- 2011年中央一号文件明确指出，“加快水利改革发展，不仅事关农业农村发展，而且事关经济社会发展全局；不仅关系到防洪安全、供水安全、粮食安全，而且关系到经济安全、生态安全、国家安全”。
- 2014年3月14日，习近平总书记指出，**河川之危、水源之危是生存环境之危、民族存续之危**。全党要大力增强水忧患意识、水危机意识，从全面建成小康社会、实现中华民族永续发展的战略高度，**重视解决好水安全问题**。
- 2017年党的十九大明确提出要树立“共同、综合、合作、可持续”的新安全观。



18

新时期水安全保障的两难困境

经济社会发展的不同阶段，面对的水问题与具备的治水能力有所不同，治水方略需要实时做出相应的调整。

- 治水活动多以满足基本的生存需求为导向；
- 对安全保障的要求相对较低；
- 并且往往表现为大灾之后才有大治的模式。
- 快速的工业化、城镇化对区域之间、人与自然之间基于水的脆弱平衡必然产生强烈的冲击。
- 旧的平衡正在不断被打破，而新的秩序尚在建立健全的过程之中。
- 水利建设要肩负支撑发展与保障安全的双重使命。

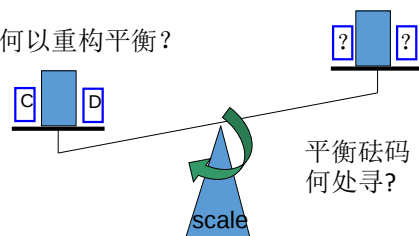
人口城镇化率

低水平、低发展速度的欠发达阶段

从低水平向高水平过渡的发展阶段：平稳、均衡

构建新的平衡

何以重构平衡？



平衡砝码何处寻？

- 经济社会的发展已经大致处于更高层次的平衡状态；
- 其安全保障的要求较高，而保障的能力也较强；
- 其更为担心的是全球变化带来的新的压力与挑战会打破已有的平衡，威胁到其可持续的发展。

维持已有平衡

高水平、低增长速度的可持续发展阶段

19

案例3 2017年陕西绥德、子洲城区“7.26”暴雨水灾

- 2017年7月26日无定河流域普降暴雨到大暴雨，造成榆林市43.25万人受灾，其中绥德、子洲两县城发生严重洪涝灾害，大面积淹没积水，水深普遍大于1~2m，最深达4m左右；泥沙淤埋深达1m，最厚达2.62m，造成重大经济社会损失。
- 2017年与1990年相比，绥德建成区用地从108.31hm²增加到908.4hm²，河道面积从399.49hm²减少到127.1hm²；子洲建成区用地从51.81hm²增加到175.38hm²，河道面积从205.56hm²减少到92.9hm²，加重了灾情与应急抢险的难度。



案例4 贵州省黎平县山洪防治工程

- 2016年6月10日黎平县九潮镇遭受特大暴雨袭击，山洪暴发，5人遇难，损失惨重。灾后重建中，投资6500万元整治了8.5km的山洪沟。现场看到，该工程实际是对山区河道进行了渠道化的整治。
- 针对山洪特点，工程防治措施应具备滞洪、削峰、减势、消能的功能，山区河流三面光的治理模式会加重山洪对下游的危害。
- 灾后应急处置工程手段运用不当，反而可能加重洪水风险的问题，应引起高度警觉！



整理后河道完全渠道化，河底被彻底铲平。



民众失去亲水环境，靠木梯才能下到河边

21

案例5 2013年辽宁省清原县“8.16”暴雨山洪灾害

序号	乡镇名	死亡人数	失踪人数
1	南口前镇（村）	58（36）	84（52）
2	红透山镇	4	0
3	清原镇	9	0
合计		71	84

8月16日17点至17日凌晨2点，8h内北口前水文站水位从171m上升至177.12m，洪峰流量从340m³/s陡增至6700m³/s。

最大点雨量：

抚顺地区北口前站449mm；

康家堡河山洪推着漂浮物下来，堵塞了南桥，洪水漫桥后顺街行洪，导致半村百姓无路可退，只能上房。海阳河洪峰下来后造成重大伤亡。

灾后参加国家减灾委专家委员会的调研组去了清原，并为抚顺市组织的村以上干部做培训。基层反映的情况发人深省。



我国水旱灾害防御面临的压力与挑战

- 水旱灾害防御还存在着不少短板和弱项。如：近2万座水库存在病险，堤防工程质量标准总体偏低，大部分江河流域防洪工程体系不完善，难以形成优化的联合调度方案，等等。
- 水旱灾害防御领域存在许多风险，值得我们高度重视：遇超标洪水或标准内洪水，堤防仍有发生漫顶和溃决的可能；中小水库尤其是病险水库失事风险较大；山洪灾害防治难度大，风险长期存在；部分蓄滞洪区运用时人员安全、工程安全难以保证；受气候变化影响，存在平常低风险突变成高风险事件的可能；大范围、持续性极端干旱仍有可能危及粮食安全和社会稳定。
- 因此，我们必须增强风险意识，警惕水旱灾害防御领域的“黑天鹅”“灰犀牛”事件，着力锻长板、补短板、固底板，下好风险防控的先手棋。

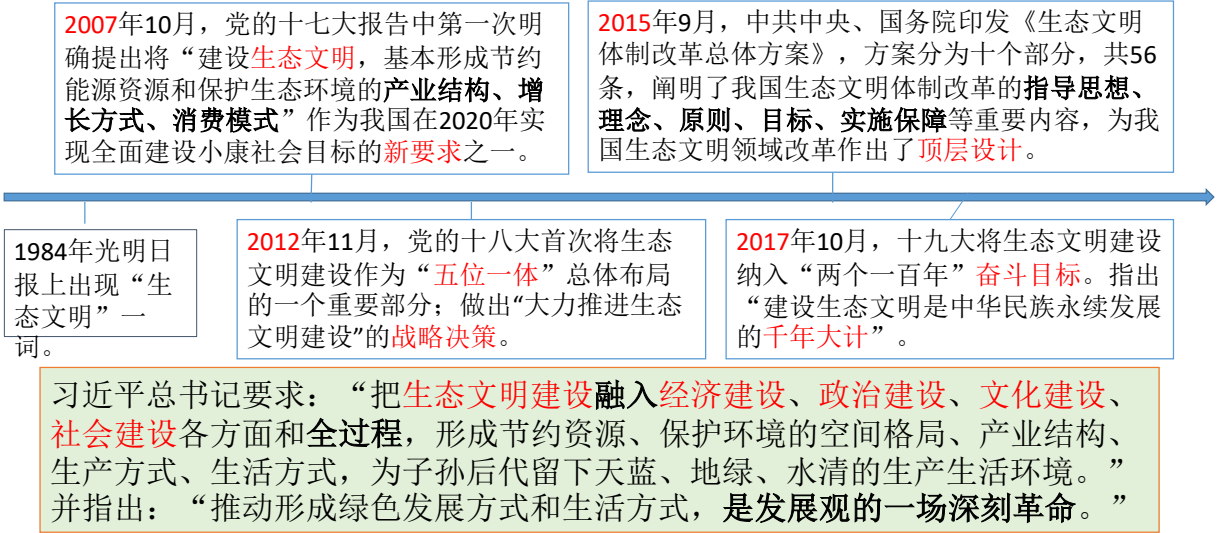
摘自李国英在水旱灾害防御工作视频会议上的讲话, 2021. 3. 1

内容提要

- 引言
- 新时代洪涝风险的演变趋向
- 生态文明理念引领下综合治水的适宜模式
- 结论

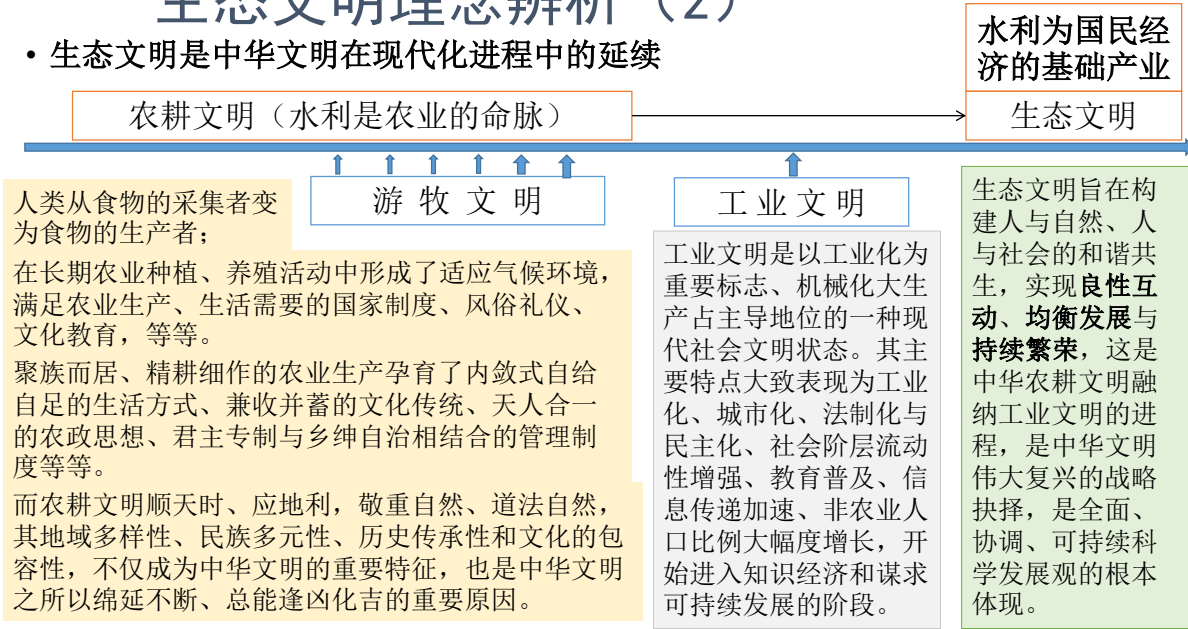
2.1 生态文明理念辨析（1）

• 生态文明的推进历程



生态文明理念辨析（2）

• 生态文明是中华文明在现代化进程中的延续



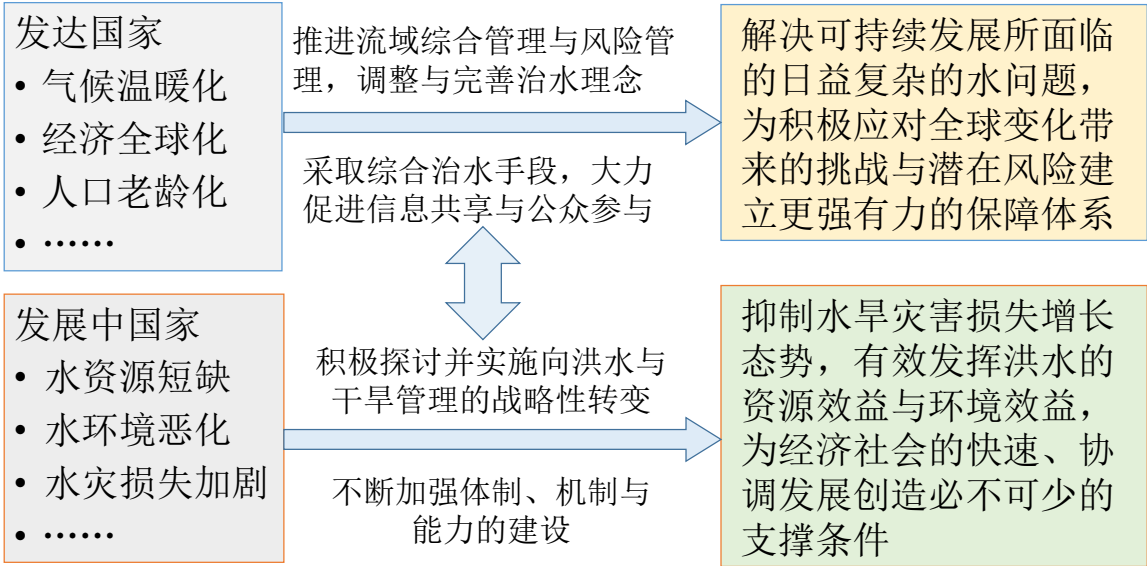
生态文明理念辨析（3）

- 20世纪中叶第二次世界大战结束之后，西方国家相继走上了经济快速发展的道路，同时，人类活动对生态环境的冲击日趋严重。
 - 20世纪60年代：以生态系统为中心的自然观蓬勃兴起，认为人类不再是自然界的“主宰者和统治者”，而是自然界中的“普通一员”。
 - 90年代：以人为中心的自然观再度复兴，明确否定生态学上的平等主义，认为那些形形色色的生态平均主义纯粹是空想，没有一个能够转化为现实。
- 世纪之交，人类社会转向追求可持续发展。
 - 首先，人类社会突飞猛进的发展对利用自然、改造自然提出了更大的需求，同时，由于技术经济实力的增强，使得人类从敬畏自然转向征服自然。
 - 随后，生态环境的恶化导致人类社会的反思，明白了人类不可能、也不应该主宰自然、征服自然，而是应该尊重自然，寻求与自然和谐的发展道路；应该在谋求自身发展的同时，注重生态环境的保护，并对子孙后代负起责任，从而形成了可持续发展的理念。
 - 但是，在追求人与自然和谐相处的实践中，从“言之甚可听”到行之亦可能，西方世界又经历了一个认识上的波折。由问题导向，再次回归到如何坚持以人为本，如何明确人类的责任，如何建立起人与自然之间良性互动的关系，如何公正处理人类社会内部分享自然资源与分担灾害风险的矛盾。

引自：程晓陶. 二论有中国特色的洪水风险管理. 水利发展研究，2002年1期

27

新世纪中，加强水旱灾害管理已成为国际社会治水方略调整的必然趋向



以流域为单元做好综合治水的统筹规划是根本出路

我国雨洪管理尚处于起步阶段。海绵城市试点起到了深化认识，培养人才，甄别技术，创新机制，建立规章的作用。消除城市看海，需走统筹规划、综合治理、循序渐进之路。

困境

- 自然水循环规律不断被打破，土地利用方式一旦改变，难以逆转；
- 城市看海：积水成灾，城市脆弱性突显，影响范围远超受淹范围；
- 黑臭水体：污染负荷远超出自然净化能力；
- 水安全保障的要求更高，难度更大；
- 高速发展途中，前期基础设施欠账太多，后期压力还将持续增大；
- 面对病态河湖水系，不是加件漂亮新衣就解决问题；治病的过程可能比不治更痛苦！
- 成长阶段不同于成熟阶段。后者一件衣裳可以穿十几年，前者年年添新衣年年小。

出路

- 自然界不堪重负，化解能力减弱，人工调控能力必须增强；
- 建设韧性城市，增强风险承受能力；
- 生态手段：但求生个健康的宝宝，不能揠苗助长，别指望一蹴而就；
- 自上而下与自下而上相结合；
- 认准方向，目标分解，小步快跑。

生态文明理念下人水和谐的治水模式

- 全面规划，综合治理；
- 道法自然，天人合一；
- 风险防范，公众参与；
- 统筹兼顾，突出重点；
- 分级管理，因地制宜；
- 除害兴利，化害为利。

案例6 2018年大同水之行调研

- 大同市地处干旱少雨的晋北黄土高原，年降水量400~500mm。大部分河流属于季节性河，汛期洪水暴涨暴落，枯水期河水锐减直至断流。
- 近年来，通过实施御河城区段综合治理、文瀛湖防渗加固等工程，在城市周边形成了一些蓄水景观工程，净化、美化了河道、湖区的周边环境，提升了城市形象。但这些蓄水工程都是“死水”，每年需要从上游孤山水库调水对其进行补水，由于不流动，水质难保证。
- 如何准确理解与把握水生态文明建设的内涵，因地制宜采用既适应流量季节性变化，又便于居民休闲娱乐，能最大限度提高土地利用效率，降低运营维护成本，且有一定经济效益的治理模式，是值得深入探讨的大问题。



日本鹤见川流域综合治水措施的推进模式与比较

“河川的管理者、下水道管理者、流域的地方公共团体有共同承担制定《流域水害对策计划》的职责，要切实协力、强化实施更为安全、更为有效的浸水被害对策”（河川整治、下水道建设、雨水蓄留渗透设施等）[法第4条]；同时要求“**流域内的居民、事业者要努力促使雨水的蓄留与渗透**”[法第5条、第19条]；新的“雨水渗透的阻碍行为在面积1000m²以上的情况下，必须取得许可”[法第9条]



加之鹤见川滞洪区、川和调节水库、恩廻公园调节水库等大型工程400余万 m³的调节能力，每平方公里人工建设的雨洪蓄滞能力达3万m³以上，有效抑制了洪峰流量随流域城市化进程而增长的趋势。

鹤见川流域的雨洪调节设施
数量：约 4300 座；总容积：约300万m³

鹤见川位于
东京都、神奈川与横滨3行政区交界处
流域面积：
235km²
河流长度：
42.5km

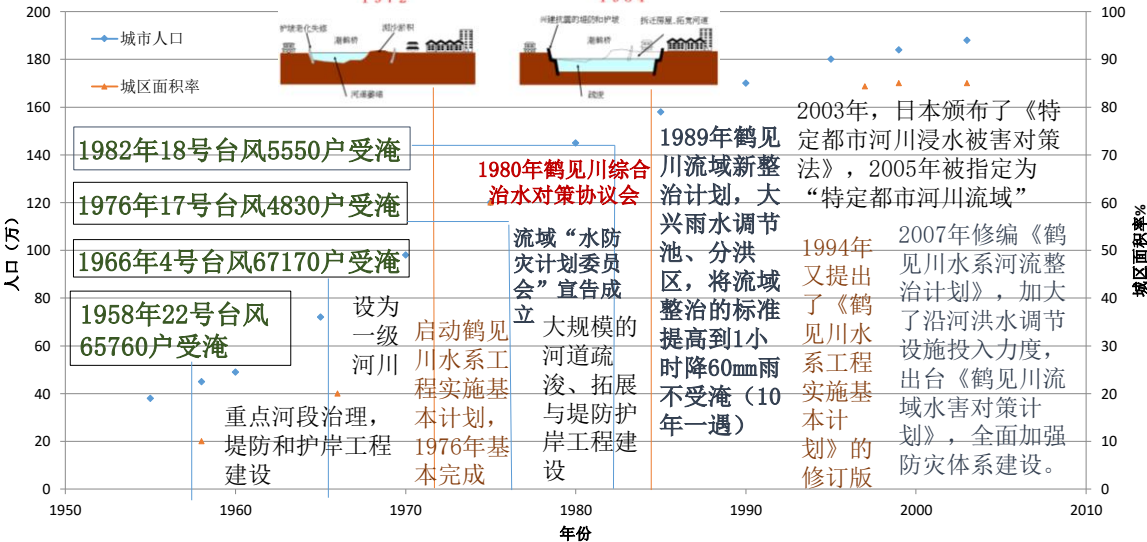
- 雨洪调节设施（2002年以前建）
- 雨洪调节设施（2003年以来建）

《特定都市河川浸水被害对策法》（2003年颁布，2004年5月15日起实施）

鹤见川流域

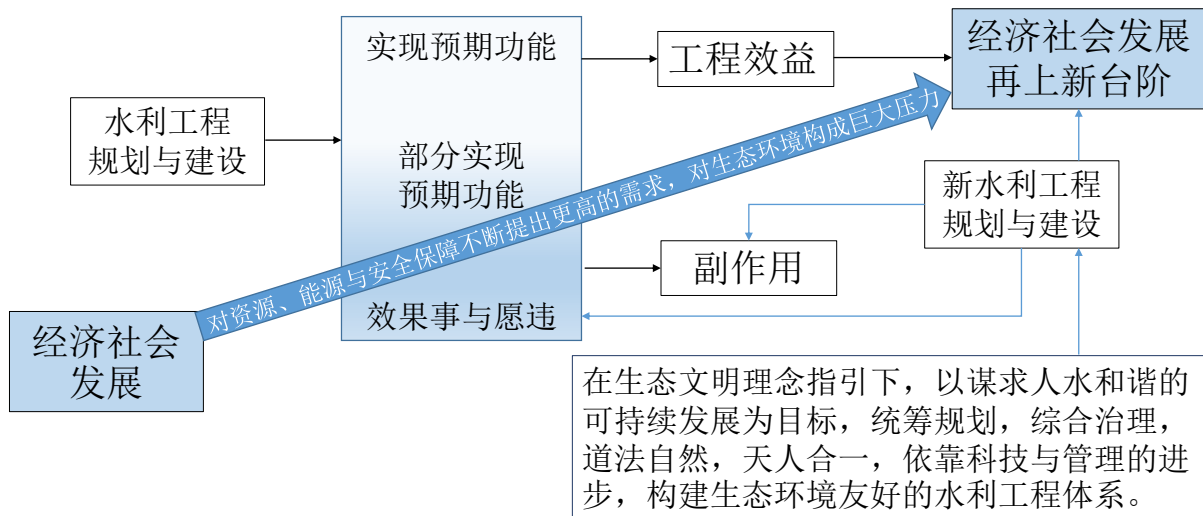
31

日本鹤见川流域综合治水历程



32

要辩证地看待水利工程



多层次规划构建城市综合治水体系

- 空间尺度是城市综合治水体系规划建设必须考虑的要素；
- 有研究表明：流域尺度所需的雨洪蓄滞容积，较之于子流域分块管理方式，可减少约1/4。

有益于缓解城市雨洪管理中蓄滞占用土地、耗资巨大的难题。

王虹. 流域城市化进程中雨洪综合管理量化关系分析. 水利学报, 2015, 46

(3)

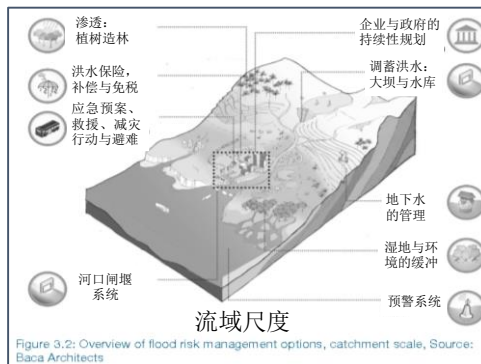


Figure 3.2: Overview of flood risk management options, catchment scale, Source: Baca Architects

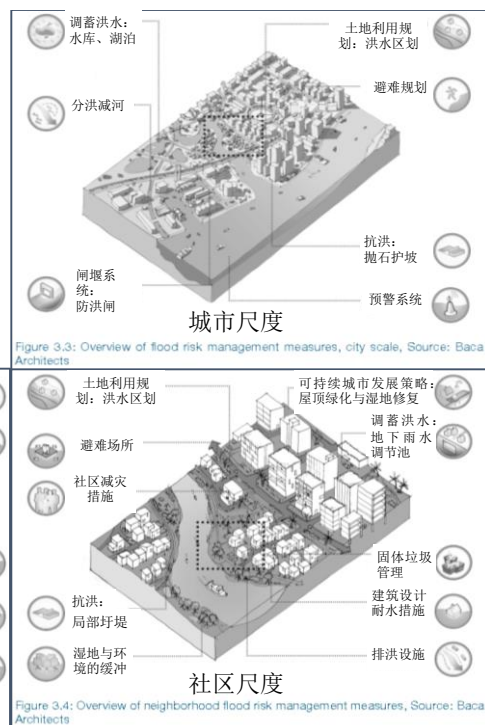


Figure 3.3: Overview of flood risk management measures, city scale, Source: Baca Architects

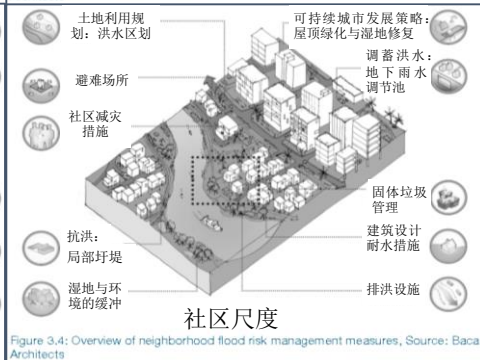
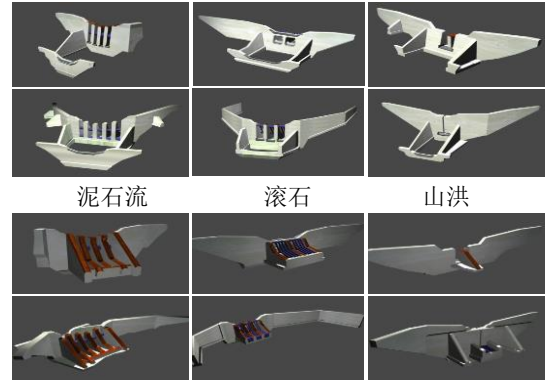
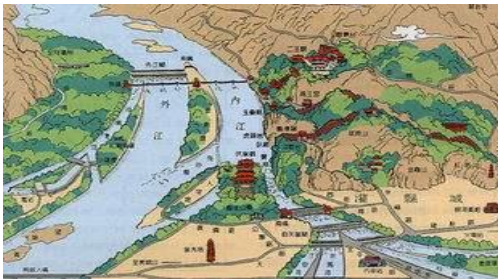
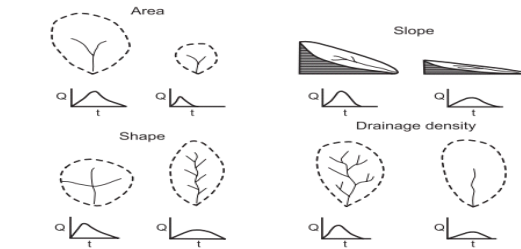


Figure 3.4: Overview of neighborhood flood risk management measures, Source: Baca Architects

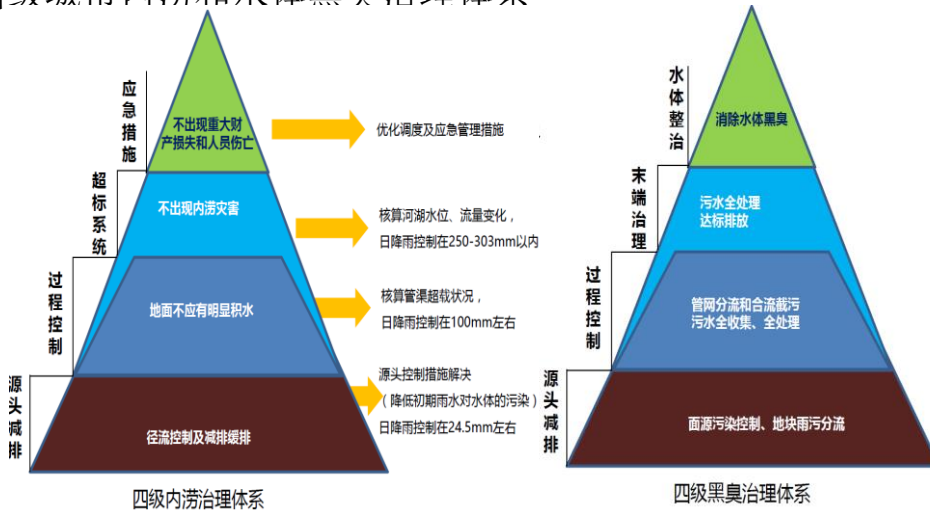
谋求道法自然、天人合一的综合治水模式

- 推行减势消能、滞洪削峰的应对措施。



海绵城市如何应对大雨不内涝、水体不黑臭

武汉市提出：按源头减排、过程控制、系统治理的思路，构建四级城市内涝和水体黑臭治理体系

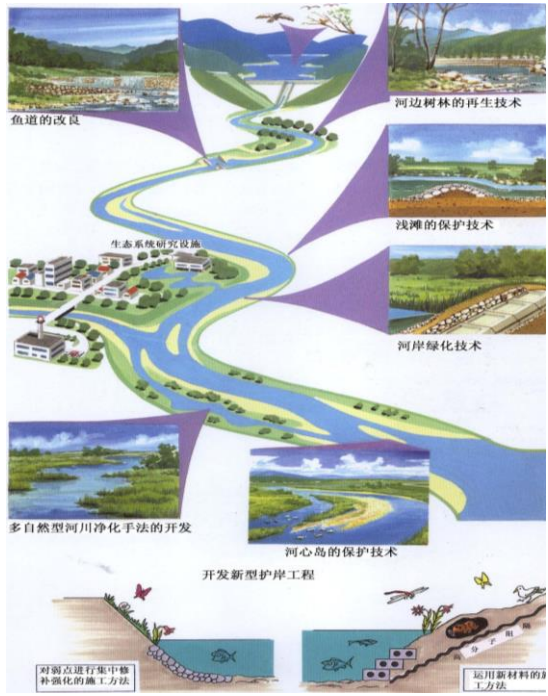


创造自然而优雅的水边环境

建设生态环境友好的水利工程

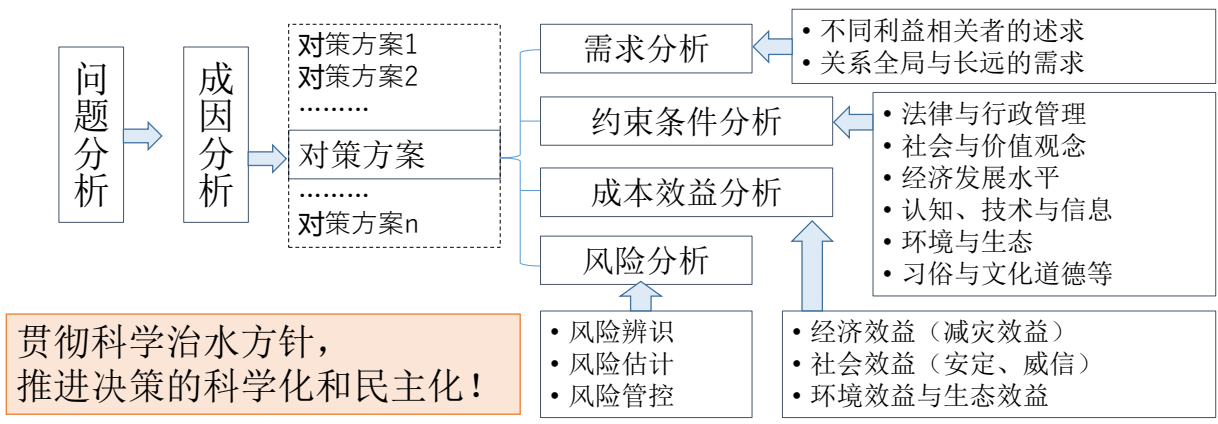
要重新审视河流岸边环境的价值。因此，要大力开发保护河流、水库、海岸等自然环境和生态系统的技术，改善鱼类回游环境的技术，拥有新功能的多自然型河岸防御工程、护岸工程技术，砂防设施的环境保护技术，以及保护利用湿地等自然环境的技术。

此外，从保护自然环境和生态系统出发，要对传统施工方案进行再评估，推进这些技术的运用。



综合治水适宜方案的评估与抉择

- 首先要做好规划，规划的失误是最大的失误。
- 其次要做出可行的方案，目标优化，分步实施。



内容提要

- 引言
- 新时代洪涝风险的演变趋向
- 生态文明理念引领下综合治水的适宜模式
- 结论

结 论

- 水，既是高质量发展的重要基础，也是难以逾越的制约因素。
- 2021年，在如期实现全面建成小康社会目标的基础上，我国踏上了国家治理体系与治理能力现代化建设的新征程。高速工业化、城镇化在带来繁荣与进步的同时，也对生态环境造成了持续增大的压力，水资源短缺、水环境污染、水生态退化、水旱灾害风险上升，严重制约着高质量、可持续的发展。
- 在新征途上，河湖水系综合治理与水安全保障依然面临严峻的挑战！
- 随着经济社会的高速发展，水系统已成为自然-人工-社会高度耦合的复杂巨系统。现代化的水利工程体系既是支撑可持续发展与保障水安全的基础产业，也是实现人与自然和谐的基本依托。
- 河湖水系生态治理必须多目标统筹、多区域协调、多部门联动，并对多方案进行可行性论证与优化比选，提升城市河湖生态系统质量和稳定性，这是工程学科与管理学科交叉的重大前沿科学问题。
- 治理方案一旦违背了河湖生态系统演替规律或经济社会发展规律，难免事倍功半，甚至事与愿违。

保持生态文明建设战略定力 努力建设人与自然和谐共生的现代化

习近平总书记4月30日下午在中共中央政治局第二十九次集体学习时强调指出：

- 我国生态文明建设仍然面临诸多矛盾和挑战。生态环境修复和改善，是一个**需要付出长期艰苦努力的过程，不可能一蹴而就，必须坚持不懈、奋发有为。**
- **要统筹水资源、水环境、水生态治理，有效保护居民饮用水安全，坚决治理城市黑臭水体。**要推进土壤污染防治，有效管控农用地和建设用地土壤污染风险。要实施垃圾分类和减量化、资源化，重视新污染物治理。**要推动污染治理向乡镇、农村延伸，强化农业面源污染治理，明显改善农村人居环境。**
- **要提升生态系统质量和稳定性，坚持系统观念，从生态系统整体性出发，推进山水林田湖草沙一体化保护和修复，更加注重综合治理、系统治理、源头治理。**要加快构建以国家公园为主体的自然保护地体系，完善自然保护地、生态保护红线监管制度。要建立健全生态产品价值实现机制，让保护修复生态环境获得合理回报，让破坏生态环境付出相应代价。要科学推进荒漠化、石漠化、水土流失综合治理，开展大规模国土绿化行动。

生态文明理念下综合治水的适宜模式

	基本理念与适宜模式	
价值观念	• 绿水青山就是金山银山； • 以流域为单元的山水林田湖草是生命共同体。	
行为准则	• 是保护、利用自然，不是征服自然； • 风险分担，利益共享，循序渐进，把握适度。	
治理模式	• 统筹兼顾，综合治理； • 道法自然，天人合一； • 协同运作，社会参与； • 良性互动，突出重点； • 因势利导，因地制宜； • 风险分担，利益共享。	
制度安排	• 从人治走向法治； • 分级管理+部门协同联动； • 社会参与+舆论监督； • 奖惩分明，加强监管。	综合运用法律、行政、经济、科技、教育与工程手段，全面提升水安全保障能力，基于风险辨识完善应急预案，为社会提供及时有效的信息共享服务，形成自上而下与自下而上良性互动、可持续的运作机制。

谢谢大家， 敬请指教！

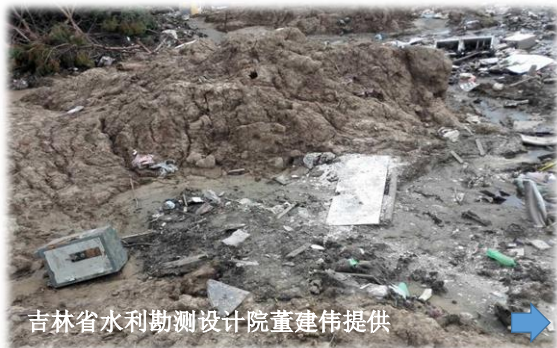
城市水利专委会愿为跨学科、
跨部门协作助一臂之力



扫描二维码，敬请关注水利学报

城市防洪新问题： 垃圾倍增，危害环境

- 洪水经过城镇后，含大量生活垃圾的淤泥亟待处理。保险柜、电冰箱、沙发、床垫，各种橡胶、塑料、玻璃制品，死猫烂狗，应有尽有。
- 照片为吉林永吉大水后，城镇淤泥和垃圾的集中堆放地，当时只管清淤、运走，找个山沟存放，与2010年永吉大水后的处理方法如出一辙。由于事先没有科学预案，没进行必要的防范，垃圾渗滤液大量进入鱼池、河道并流入松花江，渗入地下水，已经造成严重环境问题。
- 改建拦污坝、坝底深层防渗、周边防渗、渗滤液倒出并集中处理、废气倒出并吸附处理、生态降解转化残余污水、已污染库塘清淤、对周边暂未受污染的鱼池进行防渗隔离等措施。



吉林省水利勘测设计院董建伟提供