



水利水电国际资讯摘要

中国水利水电科学研究院主办

主编：孟志敏

责编：张 诚 陈 娟

总第 235 期 2018 年第 2 期

2018 年 1 月 26 日

Tel: 68786352 E-mail: internews@iwhr.com

- 美国奥罗维尔大坝溢洪道事故调查报告；
- 美国加州爆发泥石流致万人撤离；
- 联合国提出水的新挑战；
- 量化自主适应对全球洪水预测的影响；
- 北美湖泊管理协会第 38 届国际研讨会

联合国提出水的新挑战

水是可持续发展的核心，水涉及人权问题，同时水不可与卫生设施分开孤立看待。为此，联合国提出了与水相关的新挑战，主要包括：

- 21 亿人无法获取安全管理的饮用水服务(世界卫生组织/联合国儿童基金会, 2017)；
- 45 亿人缺乏安全管理的卫生设施服务（世界卫生组织/联合国儿童基金会, 2017）；
- 每年有 340,000 名 5 岁以下儿童死于腹泻病（世界卫生组织/ UNICEF, 2015）；
- 每 10 人中就有 4 人受到水资源短缺的影响（世界卫生组织）；
- 90%的自然灾害有与水有关（联合国国际减灾战略）；
- 80%的废水未经处理或再利用便被排入生态系统中（联合国教科文组织, 2017）；
- 全球约三分之二的跨界河流未设立合作管理框架（斯德哥尔摩国际水研究院）；
- 农业用水占全球取水量的 70%（联合国粮食与农业组织）；
- 约 75%的工业取水用于能源生产（联合国教科文组织, 2014）

摘自：<http://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/>

美国奥罗维尔大坝溢洪道事故调查报告

奥罗维尔坝是美国最高的土石坝，位于加利福尼亚州北部费瑟（Feather）河上，距奥洛维尔市 8km，该坝坝高 234m，水库总库容 43.62 亿立方米，水电站装机容量 67.5 万 kW，1968 年建成。2017 年 2 月初，溢洪道发生泄洪事故，当局于 12 日下午发布命令紧急疏散下游 18.8 万居民。该事故发生后受到广泛关注。

美国奥罗维尔大坝溢洪道事故的发生有多方面原因，包括加州水资源局长期以来的制度缺陷、管理问题、以及行业通行做法的不足等，致使多年来未能及时发现并处理溢洪道的设计与施工缺陷、基岩条件差、主溢洪道泄槽老化等问题，导致事故的发生。因此，事故不能简单地归咎于某个人、组织或机构。2017 年 2 月大坝主溢洪道运行期间，溢洪道陡坡某处的泄槽底板裂缝与接缝皆出现喷水情况，导致底板下的上举力超出底板的承受能力和结构强度进而隆起。该处底板下方劣质基岩暴露，冲刷情况异常严重，导致大范围的底板被掀起，冲刷范围不断扩大。面对溢洪道泄槽的破坏和不断上涨的库水位，相关方不得不做出艰难的风险权衡。在未充分了解相关不确定因素及相应后果的情况下，相关方的决策导致洪水漫过非常溢洪道堰顶，这是大坝建成以来首次启用非常溢洪道，导致下游山体在短时间之内遭受严重冲蚀，使得最终不得不发布紧急疏散命令。

奥罗维尔大坝溢洪道事故的起因错综复杂，并非一个简单的事故链便所导致，而是物理、人为、组织、行业等各种因素交织所造成，并且贯穿从工程设计到事故发生的全过程。物理问题主要为两类：1、溢洪道设计及建成时便存在的固有缺陷，以及随后的泄槽底板老化；2、溢洪道局部基础条件薄弱。

分析主溢洪道的内在设计缺陷以及建成之后的运行状况可知，工程设计并未根据当地实际条件进行相应修改。大坝刚刚建成之后，排水管上方及沿线的混凝土泄槽底板就开始出现裂缝，并在底板下方形成大流量排水。起初，底板裂缝及排水被认为是不正常现象，但很快就被认定为“正常现象”，只是需要持续的修补。然而，反反复复的修补措施不仅毫无效果，而且可能使原有的问题进一步恶化。大坝建成后的近 50 年里，虽然开展了多次安全检查和审核，但大坝建成后的不良状况以及修补措施耐久力不足等问题的严重性却始终未能得到承认。随着时间推移泄槽漏水及温度变化逐渐造成混凝土老化（[下转第三版](#)）

（上接第二版）以及钢筋和锚栓锈蚀，此时已可能导致了底板强度和锚固力的损失。另外，底板可能早已出现轻微的冲蚀问题，加上排水系统部分失效，共同导致底板上举力的增加。而主溢洪道泄槽最先出现冲刷的位置，基岩条件极差，加剧了锚固作用的失效和基岩与底板间的冲刷问题。由于未认识到设计的固有缺陷、建成后的不良状况以及溢洪道老化等问题，人们根本没有预料到溢洪道泄槽的失事，尽管这一失事不可避免。

一旦底板隆起和脱落，下方的劣质基础随即暴露在高速水流之中，并迅速产生冲蚀现象。而一旦某个位置出现基础遭淘刷和底板脱落现象，就会造成连锁反应，导致更多底板脱落和更严重的基础冲刷问题。虽然两条溢洪道的基础问题都已在地质报告中得到详细阐述，但在大坝的设计和施工过程中却未能得到妥善解决，之后所有的审查报告甚至都将基岩误判为优质岩体。在这种情况下，自然没人有会预料到，主溢洪道基础会遭到如此严重的冲刷破坏。

由于事出突然，业主不得不关闭溢洪道检查破坏程度，并在接下来的几日之内分析各种可能，并做出权衡和妥协。可选的方案并不多：要么重新启用主溢洪道，要么任由库水位上涨直至漫过非常溢洪道堰顶。如重启主溢洪道，可能进一步破坏泄槽，并威胁附近的输电站。而如果选择让非常溢洪道漫顶，则可能造成非常溢洪道下游山体的冲刷。除此之外，主溢洪道冲刷导致大量泥砂进入下游河道，抬高尾水位并威胁电厂的防洪安全。面对这种两难的境地，决策者试图找到一个“最佳平衡点”，即继续使用主溢洪道，但维持较低的下泄量，防止库水位超过非常溢洪道堰顶高程。

虽然重新启用主溢洪道，且下游电厂受淹的风险正在逐步降低，但主溢洪道的下泄量仍十分有限，以致库水位继续不断上涨，并最终漫过非常溢洪道堰顶。虽然大坝业主做出这些决定的初衷是好的，但却与土木工程师及地质专家的建议背道而驰——彼时专家已意识到基岩存在的问题，也很清楚非常溢洪道从未经过测试，仓促启用可能会带来不良后果。通过限制主溢洪道下泄量，虽然降低了电厂受淹的风险，但启用非常溢洪道将会给大坝安全带来什么样的风险，则未经深思熟虑。而当洪水漫过非常溢洪道堰顶之后，人们很快就认识到其中的风险，最后不得不采取紧急疏散措施，以保下游居民的生命安全，虽然有许多机会能够干预并阻止事态进一步恶化，但众多因素相互关联且错综复杂，以致作出欠妥的决定，并最终错失扭转局势的机会。众多人为、组织和行业因素导致（下转第四版）

（上转第三版）大坝工程问题未得到承认和妥善解决，并在事故发生时影响了决策过程。在众多关键因素之中，以下几点皆因加州水资源部而起：1、在大坝安全方面的处理方式及程序上，虽然加州水资源局的做法已日渐成熟且方向正确，但在事故面前仍显得相对不成熟，且过度依赖监管人员及监管程序。2、与其它大型大坝的业主相似，加州水资源局对于其民用基础设施的可靠性过分自信甚至自满，往往强调短期运行方面所需要考虑的事项。同时，受制于成本控制的压力，其内部关系相对紧张，因此大坝安全往往得不到足够的重视。3、加州水资源局作风保守，固守自己的一亩三分地，因而难以接触先进的行业知识，无法形成所需的专业技术能力。4、受限于官僚体制，加州水资源局难以建成一支在规模、人员构成及技术水平方面均符合要求的大坝工程与安全领域的专业队伍。

除此之外，以下几点经验教训可供大坝安全行业借鉴：1、大坝业主必须建立健全大坝安全监管机制，并通过强有力的大坝安全文化“自上而下”贯彻执行，才能保证挡水与输引水建筑物的安全管理。必须明确指派一名高管对大坝安全负总责，这名高管必须熟悉大坝安全方面的各种考虑，并直接领导一支特定的大坝安全专业团队，定期听取专业人员的汇报，以确保大坝安全在整个组织的重点工作中得到应有的重视。2、大坝安全检查频次往往不足，导致无法确定潜在风险并进行安全管理。3、需要基于完整的记录，定期对大坝原始设计、施工情况及后续运行状况进行全面检查，且必须比一般性的定期检查（如联邦能源调节委员会要求的五年一次的排查）更加深入彻底。4、必须重视大坝附属建筑物，如溢洪道、排水洞、电厂等结构的安全，且重视程度必须与建筑物可能对公众、环境及业主利益造成的风险大小相匹配。有些事故虽然不会导致不可控的泄洪，但后果仍然十分严重，因而风险仍然很高。5、在处理复杂系统性问题时，现行的“潜在失效模式及后果分析”（PFMA）方法存在不足之处，应进行确认并改进。其中关于大坝安全措施的分析方法，必须进行批判性论证，并与世界范围内其它行业及其它联邦机构所采用的风险评价手段进行对比，分析其优点与不足。必须在合适的时候利用新方法和新技术对现行做法进行改进，以持续完善“最佳实践”。6、未能严格遵守各项监管要求，将可能导致风险难以管理，业主的法律及道德责任难以达到要求。

摘自：<http://www.hydroworld.com/articles/2018/01/breaking-news-final-report-details-reasons-behind-oroville-dam-spillway-incident.html>

美国加州爆发泥石流致万人撤离

2018年1月8日周一晚到1月9日周二清晨，美国加利福尼亚州南部突降倾盆大雨。根据美国国家天气服务（National Weather Service）报道，截至当地时间周二中午，加州文图拉县（Ventura County）一地累计降雨达到了4.5英寸（约合11.4厘米），局部降雨仍将以每小时1.5英寸（约合3.8厘米）的速度持续。官方称，雨量每半小时左右就足以导致滑坡、泥石流。此次大暴雨已然造成多地河流泛滥，洪水卷着污泥和废墟冲垮了房屋和道路。圣芭芭拉县（Santa Barbara County）官方通过推特表示，暴雨已经引发了大量地表径流泛滥，有些地区泥水能淹至腰部，官方建议民众避开受灾区域。目前，洪涝已导致多个交通要塞被迫关闭。圣芭芭拉县发言人称，目前已经确定有13人在此次风暴中不幸丧生，25人受伤。圣芭芭拉县防火部门发言人称，蒙特西托至少有六栋房屋被“连根拔起”，然后被滚滚洪流卷走。同时，暴雨和泥石流还引起了一系列连带性灾害。比如，一处房屋由于水流和其所携废墟的冲刷，天然气管道破裂，造成楼房大火和爆炸。目前爆炸是否造成人员伤亡尚不明确。



据悉，此次暴雨区域正是前不久加州史上最大山火——托马斯大火（Thomas Fire）侵袭的区域。托马斯大火于去年12月4日晚间爆发，烧毁了28.2万英亩（约合1141平方千米）土地。由于大风和干燥天气的原因，大火目前仅仅控制了92%，官方预计到1月底才能全部扑灭。大火不仅使得局部区域生态尤其脆弱，同时还将本应能够固定土壤的植被烧光了，无形之中进一步增加了降雨后山洪、泥石流的风险。该地区成千上万的民众曾因托马斯大火不得不撤离，而火势大体控制住后，人们刚刚回到家中，又因暴雨被强行撤离。目前，加州多处已经发布山洪和泥石流警告。南加州的圣芭芭拉县有七千人已经被命令撤离，另有超过两万人也建议撤离。

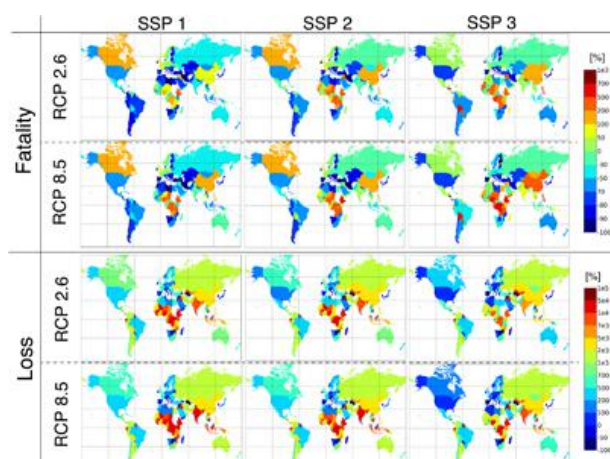
摘自：<http://www.latimes.com/local/lanow/la-me-ln-rainfall-mudflow-20180109-story.html>

量化自主适应对全球洪水预测的影响

-应用于未来洪水风险评估

近期，来自日本的科学家开展了首例针对全球洪灾后果评估（以量化防灾工作所实现的自主适应效果）的研究。该研究试图通过量化自主适应对全球洪水灾害预测的影响，并通过整合这一影响对未来洪灾风险进行评估的研究。该项研究从洪灾破坏记录和河洪淹没模拟所得出的历史脆弱性值设立了一个脆弱性情景，这一情景随着常规减灾工作的自主适应效应而变化，并结合大气环流模型的输出和未来社会经济情景对未来洪灾的潜在人员死亡和经济损失进行了估算。在该研究中提出的模型框架，自主适应被定义为为缓解灾害、强化恢复力并削减仅因常规风险削减活动而导致的脆弱性所开展的工作，排除例如气候变化等其他适应活动或经历的特定洪灾事件。研究模型估算结果预计在最高二氧化碳排放情景下，人口将实现大量增长，到 2100 年，潜在洪灾死亡人数减少 2.0%，而潜在经济损失增加 821%。到 2010 年，脆弱性评估实施后，将洪灾后果的潜在死亡人数削减 64%-72%，将潜在经济损失削减 28%-42%。尽管社会经济变化对未来洪灾后果的潜在增长影响最大，但自主适应削减了将近一半的潜在经济损失。全球温度较工业化前的升温程度与估算的平均洪灾潜在经济损失之间存在明显的正相关关系，而与潜在死亡率则呈负相关关系（由于自主适应效应）。若温度上升 1.5°C-2.0°C，潜在洪灾死亡人数将显著增加（+ 5.7%），而潜在经济损失增加却并不明显（+ 0.9%）。研究方法可区分针对气候变化引起的危害的自主适应和其他适应工作的效应，这对准确估算适应气候变化的成本而言至关重要。

摘自：<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa9401/meta>



北美湖泊管理协会第 38 届国际研讨会

北美湖泊管理协会的目标：建立公民、科学家和专业人员之间的伙伴关系，促进当下和未来对湖泊与水库的管理和保护。协会聚焦于专业人员、学术研究人员或任何小型利益团体，并欢迎任何对湖泊感兴趣的人参加。

1. 促进针对湖泊及其流域管理的信息交流。
2. 提高公众对湖泊生态系统的认识。
3. 鼓励公众对促进湖泊及其流域的管理的支持。
4. 为参与湖泊及其流域管理活动的机构提供指导。
5. 提高从事湖泊和流域管理工作的人员的专业地位。
6. 明确需求并鼓励针对湖泊生态和流域管理所开展的研究。

将于 2018 年 10 月 30 日-11 月 2 日，在美国俄亥俄州辛辛那提召开第 38 届国际研讨会。



North American Lake Management Society



摘自：<https://www.nalms.org/>