

抗震救灾与灾后重建 水利实用技术手册

中华人民共和国水利部

2008 年 5 月

目 录

| | |
|--|----|
| 一、大坝、堰塞湖安全监测评估技术 | 4 |
| 1. 水库大坝地震灾害检查、评估与处理技术 | 4 |
| 2. 水库大坝地震风险评估技术 | 4 |
| 3. 水库大坝安全状况快速检测及评价技术 | 5 |
| 4. 水库大坝及近坝岸坡安全性态诊断、监测及预警技术 | 5 |
| 5. 大坝堤防渗漏变形核查与检测 | 6 |
| 6. 大坝堤防渗漏 ICP 化学示踪现场观测技术 | 6 |
| 7. 大坝安全监测仪器 | 7 |
| 8. 大坝混凝土裂缝声波检测技术 | 7 |
| 9. 土石坝和堤防工程强震后安全评价技术 | 8 |
| 10. 堰塞湖溃决影响快速评估及应急措施 | 8 |
| 11. 灾后病险水库安全预警动态监测技术 | 9 |
| 12. 地震灾害后次生地质灾害快速监测及预警技术 | 10 |
| 13. 泄水建筑物安全检测 | 11 |
| 14. 结构安全检测和鉴定技术 | 11 |
| 15. 边坡监测技术 | 12 |
| 16. 震后混凝土坝裂缝及内部损伤探测技术 | 12 |
| 17. 基于机载激光雷达 (LIDAR) 技术的地震灾区潜在滑坡区域检测 | 13 |
| 18. 深层型核子水分-密度仪大坝坝体内部缺陷探查技术 | 13 |
| 19. 应用 JL-SB 自动全智能声波仪监测混凝土质量完整性技术 | 14 |
| 20. TFM 泥石流声学在线监测技术 | 14 |
| 二、大坝除险加固技术 | 15 |
| 21. 土石坝及堤防抗震加固与快速修复技术 | 15 |
| 22. 土石坝滑坡治理技术 | 16 |
| 23. 土石坝护坡治理技术 | 17 |
| 24. 水工建筑物结构水泥化学复合灌浆加固技术 | 17 |
| 25. 水工建筑物病害修补技术 | 18 |
| 26. 水工混凝土结构及表面纤维加固修复技术 | 19 |
| 27. 堰塞湖堰坝拆除快速施工爆破技术 | 19 |
| 28. 堰塞湖快速建造无动力虹吸管应急技术 | 20 |
| 29. 聚合物树脂砂浆修补技术 | 21 |
| 30. 灌浆快速堵漏技术 | 21 |
| 31. 玻璃纤维增强聚合物锚杆加固结构技术 | 22 |
| 32. 网状微纤维砂浆 (混凝土) 修复技术 | 22 |
| 33. 工程结构加固技术 | 23 |
| 34. 边坡支护设计及安全预报技术 | 23 |
| 35. 智能预应力压缩分散型锚索技术 | 24 |
| 36. 柔性防渗及抗冲磨快速施工技术 | 25 |
| 37. 混凝土建筑物表面剥蚀和抗冲磨处理技术 | 25 |
| 38. 混凝土结构补强加固技术 | 26 |
| 39. 水工高性能抗裂混凝土的配制技术 | 26 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 40. 聚羧酸系混凝土高效减水剂 | 27 |
| 三、堤防险情应急技术 | 28 |
| 41. 堤防工程隐患探测技术 | 28 |
| 42. 大网笼、大土工包机械化抢险技术 | 28 |
| 43. 土工石笼网快速防护技术 | 29 |
| 44. 土工布管袋堵漏技术 | 29 |
| 45. 表面防护处理和抗渗修补技术 | 30 |
| 46. 水闸病害安全检测与评估 | 31 |
| 47. 工程抢险应急照明车 | 31 |
| 48. 机械筑埽抢险技术 | 32 |
| 49. 人造大块石抢险材料 | 32 |
| 50. YBZ 型拔桩器 | 33 |
| 51. YP-A 型液压自动抛石机 | 33 |
| 52. YDS-3 抢险房 | 34 |
| 53. ZZ-1 型装袋机 | 34 |
| 四、安全饮水应急技术 | 35 |
| 54. 蓄水技术 | 35 |
| 55. 蓄水池检查与修复 | 36 |
| 56. 饮用水源保护技术 | 36 |
| 57. 饮水过滤 | 36 |
| 58. 饮水高温消毒 | 37 |
| 59. 饮水阳光消毒 | 38 |
| 60. 饮水化学消毒 | 39 |
| 61. 改性粘土吸附水处理技术 | 40 |
| 62. 灾区水源的预处理与取水技术 | 41 |
| 63. 地表水源取水工程检查与修复方法 | 42 |
| 64. 净水构筑物的快速化学灌浆补漏技术 | 42 |
| 65. 供水管网检漏技术 | 43 |
| 66. 管道堵漏修复技术 | 43 |
| 67. 分散式取水设施修复方法 | 44 |
| 68. 高效饮用水消毒粉 | 44 |
| 69. 超滤膜净水装置 | 45 |
| 70. 高浊度水的一体化净化设备 | 45 |
| 五、灌溉排水设施修复技术 | 46 |
| 71. 潜水电泵应急排水技术 | 46 |
| 72. 排水沟清淤技术 | 46 |
| 73. 排水沟塌坡的修复与防治 | 47 |
| 74. 灌排管网检修技术 | 48 |
| 75. 涵洞（管）断裂的加固及修复措施 | 48 |
| 76. 倒虹吸管的修复 | 49 |
| 77. 渡槽的修复 | 51 |
| 78. 跌水、陡坡的修复 | 52 |
| 六、其他 | 53 |
| 79. 地震情况下大坝下游撤退、转移、安置技术 | 53 |

| | |
|---|----|
| 80. 渡槽与桥梁结构地震破坏振动试验技术 | 53 |
| 81. 混凝土桥梁结构 SRAP 快速评估修复与加固技术 | 54 |
| 82. 农村小水电站、变电站安全检测及评价技术 | 54 |
| 83. 灾区巨型障碍物清除精细爆破技术 | 55 |
| 84. 灾情遥感监测评估与灾情地理信息管理技术 | 55 |
| 85. 地震灾区三维地形景观复建及重现技术..... | 56 |

抗震救灾与灾后重建水利实用技术手册

一、大坝、堰塞湖安全监测评估技术

1. 水库大坝地震灾害检查、评估与处理技术

(1) 技术简介

强地震作用下水库大坝会出现程度不同的裂缝、滑坡、渗漏等险情，严重影响大坝安全。针对地震危害，可利用大坝安全检查、探测、监测与自动采集设施，构建大坝安全应急监测体系与监控系统；综合分析实时监测信息与历史信息，依据技术规范及专家经验，评估水库大坝的总体安全性能、大坝坝体及库岸安全性、地震灾害对工程安全所造成的危害性，预测水库大坝安全发展趋势，对异常信息进行监控与预警，判断工程是否需要进行紧急处理。

对需要紧急处理的工程，利用成熟的成套技术，依据工程病险程度，采取相应的工程处理和监测措施，降低地震对工程的破坏损失；对局部出现险情的工程和部位，必须加强监测，从而控制大坝工程安全，减少大坝因地震造成的损失及其对下游人员安全的影响，保障大坝安全度“震”。

(2) 功能与用途

对震后水库大坝安全进行检查、评估和病险诊断，为应急防治提供技术支撑。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、长江科学院、中国水利水电科学研究院

联系人：戴济群 李昊洁 吕烨

联系电话：025-85828128 027-82829732 010-68786605

2. 水库大坝地震风险评估技术

(1) 技术简介

针对水库大坝的等级、可能地震引发的危害，通过事件树、FMECA 等方法识别地震对水库大坝工程危害，分析地震作用下的水库大坝破坏概率及溃决模式，估算由地震溃坝带来的水库下游影响，提出水库大坝地震风险监测及应对原则、大坝地震风险实时分析及预警体系的思路与方法，进行预警，并指导工程安全管理，有效降低大坝地震风险。

(2) 功能与用途

可以降低水库大坝地震风险，增强水库大坝管理中应对地震能力，减少下游公共安全危害。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、水利部大坝安全管理中心
联系地址：南京市广州路 223 号，邮编：210029
联系人：戴济群 盛金保
联系电话：025-85828128 85828189

3. 水库大坝安全状况快速检测及评价技术

（1）技术简介

应用多技术融合的水库大坝安全快速检测及评价技术，对地震灾害后水库大坝安全状况进行快速检测及评价技术，其主要技术特点如下：

①安全监测资料综合分析评价

对水库大坝安全监测数据进行综合统计分析，并结合现场巡视检查情况，对水库大坝的总体安全性能进行评价。

②无损检测分析

针对重点地段或薄弱部位，采用探地雷达、电法、电磁法等先进、快速的无损探测技术，并结合其它常规检测技术对地震灾害后水库大坝性能进行快速检测和评价。

（2）功能与用途

进行地震灾害后水库大坝安全状况快速检测及评价，降低水库大坝风险，保证水库大坝运行安全。

（3）联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院
联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010
联系人：李端有 李昊洁
联系电话：027-82926141 027-82829732

4. 水库大坝及近坝岸坡安全性态诊断、监测及预警技术

（1）技术简介

1) 安全性态诊断技术：专用监测信息管理分析软件，可对监测资料准确快速分析。

2) 大坝安全监测技术：选配并布设专用监测仪器设备对重点部位或缺陷部位进行监测，利用监测自动化采集设备进行自动采集和及时的数据传输（包括有线、无线、短信等），利用专用监测软件进行分析和预警预报。

3) 滑坡体或不稳定山体监测技术：利用固定测斜仪对滑坡体深部位移进行自动监测，利用专用测斜仪软件进行分析和预警预报。

（2）功能与用途

利用专用监测整编分析软件对水库大坝的监测资料进行整编，结合现场巡视检测情况对大坝安全性态进行评估。利用精密、可靠稳定的监测仪器设备对大坝

及近坝岸坡进行实时监测，及时采集和整编监测数据，并及时进行预警预报。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：姚成林 吕烨

联系电话：68781045 68786605

5. 大坝堤防渗漏变形核查与检测

(1) 技术简介

针对地震对水库大坝坝体、坝基、堤防等部位引发的坝体渗漏、裂缝、变形等危害，采用探地雷达、瞬变电磁法、大地电导率法、温度法、红外线成像法等快速进行无损探测，结合现场详细踏勘和检查，评估地震灾害对大坝安全所造成的危害性，及时提出监测措施、工程处理和除险加固措施。

(2) 功能与用途

通过对震后大坝进行现场的详细核查，探明大坝的各种险情，并对其进行安全分类，以利于进一步进行大坝除险加固。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、长江科学院、中国水利水电科学研究院

联系人：戴济群 李昊洁 吕烨

联系电话：025-85828128 027-82829732 010-68786605

6. 大坝堤防渗漏 ICP 化学示踪现场观测技术

(1) 技术简介

大坝堤防渗漏 ICP 化学示踪现场观测技术是近年来开发的一项大坝、堤防渗漏现场观测新技术，用于观测和探查大坝、堤防渗漏部位和渗漏通道。在大坝、堤防可能存在的渗漏部位投放一定量的不同金属离子作为示踪剂，在下游可能存在的渗漏路径上和渗漏出口处布置观测点，并相隔一定时间连续采集水样，采用等离子体耦合光谱方法（ICP）对水样中的示踪剂浓度进行分析测试，确定示踪剂流动的路径，方向和速度，并最终探查出大坝、堤防的渗漏部位、强渗透区域和渗漏通道。示踪剂无毒无害、不会对水环境造成污染。由于采用 ICP 方法可对所采集水样中的各个不同示踪剂的浓度含量进行同步分析，在同一工程可在若干个怀疑存在渗漏的不同部位，同时投放不同示踪剂并同步进行观测，观测效率高，周期短；费用经济。

(2) 功能与用途

用于观测和探查大坝、堤防渗漏部位和渗漏通道。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、河海大学

联系人：戴济群 赵 坚

联系电话：025-85828128 025-83786322

7. 大坝安全监测仪器

（1）技术简介

开发的包括土石坝内部、外部变形、渗流及应力监测系统和资料分析系统，可用于对土石坝遭受严重地震后的坝体变形、渗流和应力状态进行监测分析，从而判断水库大坝的功能是否处于正常状态。主要技术特点如下：

- 1) 高精度机器人测量系统实现大坝及大坝边坡的变形自动监测技术；
- 2) DSP-3 型电测水平位移计进行大坝内部水平位移自动监测技术；
- 3) DCJ-3 型电测水管式沉降仪进行大坝内部沉降的自动监测技术；
- 4) TSD-3 型杆式位移计进行大坝岸坡的变形测量技术；
- 5) 渗流监测系统进行大坝渗流状态监测技术；
- 6) 土石坝应力应变观测技术。

（2）功能与用途

进行土石坝变形、渗流及应力的监测，为判断水库大坝安全提供依据。

（3）联系方式

单位名称：南京水利科学研究院

联系地址：南京市虎踞关 34 号，邮政编码：210024

联系人：戴济群 蔡正银

联系电话：025-85828128 85829501

8. 大坝混凝土裂缝声波检测技术

（1）技术简介

大坝混凝土存在的表面裂缝和深度裂缝，分别采用超声表面平测法和钻孔对测法、稳态表面波裂缝检测仪进行检测。

表面平测法是分别检测跨缝和不跨缝的声时和测距后，计算出裂缝深度。其基本原理是根据在同一测距下跨缝与不跨缝声波的传播路径不同来推断裂缝深度。不跨缝声波是直线传播，而跨缝声波需绕过裂缝末端形成折线传播，传播声时延长，在假定跨缝与不跨缝测试的混凝土声速基本一致的条件下，根据其传播声时的差别来计算出裂缝的深度。

钻孔对测法适用于大体积混凝土，在裂缝深度预计为 50cm 以上时采用。检测在裂缝两侧的测试钻孔中进行，采用一发一收同步观测，孔间距一般为 2m 左右，根据声波振幅和波速的变化确定裂缝深度。

稳态表面波裂缝检测仪检测混凝土大坝、及土坝裂缝深度及走向，检测新老混凝土结合面、碾压混凝土层间结合面、混凝土与岩石和土层的结合状态。

（2）功能与用途

检测大坝混凝土裂缝深度。

(3) 联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院、中国水利水电科学研究院

联系人：李昊洁 吕烨

联系电话：027-82829732 010-68786605

9. 土石坝和堤防工程强震后安全评价技术

(1) 技术简介

根据土石坝和堤防工程所处地区的震害程度，可以针对性地采用如下具体的技术：

①表面变形和地形测量技术：对土石坝和堤防工程的沉陷和开裂等变形以及工程所处地形进行测量，分析和评估工程的安全性。

②内部应力、变形、渗流压力及渗流量等监测资料分析方法：综合分析渗流与变形等的原型监测资料，了解土石坝和堤防工程的运行状况，评定其安全性。

③土体（力学、变形、渗透等）工程特性试验技术：对土石坝和堤防工程的填筑材料和地基土体的物理力学参数进行现场或室内试验，揭示土体工程特性。

④工程结构稳定计算分析技术：通过数值计算分析土石坝和堤防工程的应力变形及边坡稳定性，评价工程结构的安全性。

⑤工程渗流计算和渗透稳定分析技术：通过有限元等数值方法计算土石坝和堤防工程渗流场水力要素，进行渗透稳定分析，评价工程的渗透稳定安全性。

⑥工程安全综合评价技术：通过对土石坝和堤防工程的测量、监测及试验资料分析，结合结构稳定和渗透稳定的计算分析，综合评价工程的安全性。

(2) 功能与用途

可用以评估地震对土石坝和堤防工程的危害程度，评价工程安全状况，提出工程报废、加固、使用和运行的建议。

(3) 联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号，邮编：430010

联系人：张家发 李昊洁

联系电话：027-82820029 027-82829732

10. 堰塞湖溃决影响快速评估及应急措施

(1) 技术简介

针对堰塞湖可能发生漫溢及溃决险情，通过现场地形测绘，已有地形图资料

及实时遥感资料分析，快速生成溃决影线范围内地形图，采用相关洪水演进模型计算溃决洪水可能影响范围，根据计算结果，及时采取相关应急措施，降低堰塞湖溃决形成的次生灾害对下游造成的损失。

①地形绘制

采用已有地形图构建计算影响区域，采用多时相高分辨率卫星遥感数据对地形图进行修正，体现因灾造成的堰塞湖下游河道变形；采用多种方法确定堰塞湖下游河道糙率。

②堰塞湖库容动态监测

对堰塞湖局部地区原有地形图进行局部修正，有专业技术人员现场局部测绘；监测上游河道流量过程，绘制堰塞湖水面边界；利用高分辨率卫星遥感数据监测堰塞湖内沉积物，动态计算堰塞湖库容。

③溃决洪水快速评估

针对可能发生溃决险情的堰塞湖，采用二维洪水溃决计算模型快速计算溃决洪水要素（淹没范围，水深、流速等），为下游实施人员应急避险及财产转移提供技术支持。

（2）功能与用途

可以快速估算因堰塞湖溃决对下游造成的影响，为下游人员开展应急避难措施及财产转移节省宝贵时间，保障下游人员的生命财产安全。

（3）联系方式

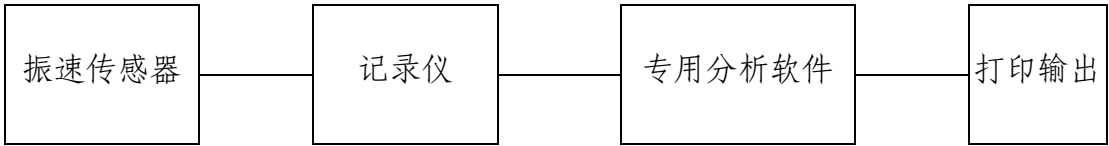
单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院
联系地址：郑州市顺河路 45 号，邮编：450003
联系人：田治宗 冷元宝
联系电话：0371-66023932 0371-66026841

11. 灾后病险水库安全预警动态监测技术

（1）技术简介

安全预警动态监测技术包括地震及余震产生的震动数据采集、分析、安全评价及预警。

震动数据系统包括信号采集、动态数据记录、数据分析、结果输出、显示打印、数据存储等。振动测试系统框图见下图。



在水库大坝的关键基础部位，布置震动测试系统，进行全天候 24 小时不间断监测，掌握地震及余震在水库大坝处产生的震动情况，当监测数据超过一定的标准时，及时预警，为人员撤离和工程安全提供充足的时间和空间。

（2）功能与用途

可用于地震后的病险水库及水利工程的动态监测，实时掌握工程在地震及余震作用下的影响，为人员撤离和工程安全提供充足的时间和空间，最大限度保护人民生命财产的安全。

（3）联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：刘美山 李昊洁

联系电话：027-82829868 027-82829732

12. 地震灾害后次生地质灾害快速监测及预警技术

（1）技术简介

针对地震灾害后次生地质灾害，建立了基于 RS 和 GIS 技术平台的地震灾害后次生地质灾害危险性评价指标和评价体系，提出了多技术融合（RS 技术、声发射技术及常规监测技术）的地震灾害后次生地质灾害监测技术。

①区域危险性评价

基于 RS 和 GIS 技术平台，提取区域地质（地层岩性、地质构造）及地形地貌影响因子，根据这些因子对次生地质灾害的影响大小，进行地震灾害后次生地质灾害区域危险性评价，确定可能发生次生地质灾害的区域。

②次生地质灾害遥感监测

利用雷达干涉测量技术，对地震灾害后次生地质灾害进行大区域快速变形监测。

③次生地质灾害进行临滑监测

利用声发射技术，对地震灾害后次生地质灾害进行临滑监测及预报。

④重点地段专项监测

利用钻孔测斜仪和外部变形监测等常规监测技术，对潜在的比较危险的地段进行重点变形监测。

（2）功能与用途

针对地震灾害后次生地质灾害，快速地宏观确定容易发生次生地质灾害的地段，对比较危险的地段进行重点监测及预警，保障工程安全。

（3）联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：李端有 李昊洁

联系电话：027-82926141 027-82829732

13. 泄水建筑物安全检测

(1) 技术简介

采用引进的“LMS INTERNATIONAL N.V 流激振动测量系统和分析软件”进行各种水工泄水结构的振动特性检测。该设备可以对闸门、溢流坝导墙等水工结构进行无水状态下的干模态、静水状态下的湿模态及结构在动水操作条件下的工作模态试验。可以取得完整的闸门结构模态参数。为结构振动分析提供科学依据。

通过高精度水流脉动压力传感器和相应放大测量分析设备，对大坝泄洪时作用于坝体溢流面、泄水道闸门等部位的水流动力荷载进行测量，可以取得大坝泄水建筑物动荷载作用情况，为结构安全性分析提供分析依据。

(2) 功能与用途

该分析系统可以对闸门结构进行动力特性分析，取得工程上最需掌握的闸门结构固有频率、振型、阻尼等参数。该分析系统的特点是通过试验取得闸门结构的振动传递函数，通过与理论传递函数的曲线拟合进行参数识别，其分析结果具有显著的优越性。此外还可以在线对结构振动、脉动信号进行采集、分析和处理。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、水利部水工新材料工程技术研究中心

联系地址：南京市广州路 223 号 邮编：210029

联系人：戴济群 吴时强

联系电话：025-85828128 85828203

14. 结构安全检测和鉴定技术

(1) 技术简介

通过非金属声波检测仪、混凝土回弹仪、静动态应变仪、拉拔仪、钢筋保护层厚度测量仪、钢筋锈蚀检测仪、金属超声探伤仪、硬度计、启闭机测试仪、电器设备检测仪等多种工程检测和试验仪器设备进行检测，结合开发的二维、三维混凝土结构及土石坝的动力、静力仿真分析程序。可开展的主要项目有：

- 1) 混凝土建筑物结构检测和安全评价；
- 2) 桥梁、涵闸工程现场安全检测及安全性评价；
- 3) 泵站现场安全检测及安全性评价；
- 4) 各型水库结构安全检测及安全评价；
- 5) 金属结构安全检测；
- 6) 大坝及其他建筑物的静力、动力反应仿真分析。

(2) 功能与用途

震生的混凝土坝、土石坝、水闸、输水管道、水电站厂房、地下洞室、船机塔柱、船闸等水工建筑物结构会出现不同程度的开裂、损毁现象，通过对上述结构的安全鉴定，可以弄清结构物当前的损伤状态，为下一步拆除重建或补强加固决策提供依据。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院

联系地址：郑州市顺河路 45 号，邮编：450003

联系人：冷元宝 田治宗

联系电话：0371-66026841 0371-66023932

15. 边坡监测技术

（1）技术简介

通过水利部“948”项目引进的 AGI 边坡监测系统，并结合已有的三维激光扫描系统与分布式光纤监测系统等，可开展多种工程的安全监测与安全评价工作。

（2）功能与用途

地震诱发的边坡变形在达到边坡稳定极限状态时将造成边坡的大范围坍塌，因此对人口密集区以及重要战略部位附近的边坡稳定进行监测具有重要意义。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院

联系地址：郑州市顺河路 45 号，邮编：450003

联系人：冷元宝 田治宗

联系电话：0371-66026841 0371-66023932

16. 震后混凝土坝裂缝及内部损伤探测技术

（1）技术简介

超声波探测混凝土质量是一项成熟的无损探测技术。由于混凝土大坝体积大，探测距离远，常规的超声波无法满足探测要求。本技术采用超磁致换能器作为震源，该震源具有发射功率大、能量稳定、能量转换效率高，穿透距离远，接收信号频带宽、重复性好、计时准确、余振短等优点，探测距离可达到 20m 左右，且可保证较高的探测精度。

（2）功能与用途

用于探测混凝土大坝裂缝及内部损伤等震后病害。对于浅裂缝，将超磁致震源及超声波换能器置于裂缝两侧，采用平测法探测裂缝深度；对于深裂缝（包括斜裂缝），在裂缝两侧钻孔，将超磁致震源及超声波换能器分别置于两个钻孔中，采用钻孔对测法探测裂缝深度。

通过在大坝的上、下游坝面上安装换能器或利用已有钻孔进行 CT 扫描，得到大坝内部病害的直观图像。

（3）联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、中国水利水电科学研究院

联系人：戴济群 吕烨

联系电话：025-85828128 010-68786605

17. 基于机载激光雷达（LIDAR）技术的地震灾区潜在滑坡区域检测

（1）技术简介

机载激光雷达（LIDAR）是近年来在摄影测量与遥感领域发展起来的新型技术，通过安装在飞机上的机载激光探测和测距系统，量测边坡的三维坐标，生成 LIDAR 数据影像及数字高程模型，从而获取其位移形变量及沉降高度值。

与人工陆面检测方式相比，LIDAR 飞机可深入到交通遭受严重破坏的重灾区，快速对大范围区域进行数据采集及数据分析。应急能力强，可为避免次生地质灾害发生提供技术支撑和灾害预警。

LIDAR 技术通过快速获取研究区数字地面模型 (DTM)、数字高程模型 (DEM)、数字表面模型 (DSM)、数字城市模型 (DCM)，快速判断地震对于道路、城镇有重大影响的边坡地段造成的三维形变影响，检测边坡位移、形变量；快速检测地震灾区边坡健康状况，以及地震影响后潜在滑坡区域受损后的风险性和形变发展趋势；及时排查病险地段，重点确定高危地段，用于指导救灾抢险、疏散人群。对已滑坡地段其受损后的形变发展趋势进行预测，指导灾后恢复、重建的规划、滑坡风险评价等。

（2）功能与用途

快速判断地震对于道路、城镇有重大影响的边坡地段造成的三维形变，以及对地震灾区发生滑坡泥石流等次生灾害的风险评价。

（3）联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：谭德宝 李昊洁

联系电话：027-82820076 027-82829732

18. 深层型核子水分-密度仪大坝坝体内部缺陷探查技术

（1）技术简介

深层型核子水分-密度仪测试技术是利用伽玛射线和中子辐射同步、快速测定深部地基内土、石材料的原位密度和含水量。该仪器的探棒可通过钻孔或导管插入地面下或大坝坝体内一定深度部位并同步地测定出该部位土、石材料的原位

密度和含水量。根据仪器所测定出的土、石材料密度和含水量随深度变化情况，特别是依据异常点的出现，可以判断坝体内部密实性情况和疏密异常处，从而判断大坝内部受损部位。

（2）功能与用途

使用深层型核子水分-密度仪可通过已预埋设的导管探查大坝坝体深部如粘土心墙在地震影响下发生的破坏，松动、松散、塌垮等受损部位和区域，为评价和分析地震对大坝的影响和大坝稳定安全分析提供原体观测资料。该方法曾成功应用于 2004 年青海省海西州地震后大坝观测。

（3）联系方式

单位名称：南京水利科学研究院

联系地址：南京市广州路 223 号

联系人：戴济群 吴时强

联系电话：025-85828128 85828203

19. 应用 JL-SB 自动全智能声波仪监测混凝土质量完整性技术

（1）技术简介

JL-SB 自动全智能声波仪是对混凝土质量完整性的进行监测的设备，该设备内置高可靠性工业级电脑，通过在桩身（混凝土）中预埋几根导管，检测时一根导管中的发射换能器到达设定位置时，发射高频超声波信号，同时在另一根导管中的接收换能器接收到该高频超声波信号，量测并记录信号到达的时间和能量及两换能器的标高。连续不断同步向上（或向下或和往返重复）移动这一对导管中的两个换能器进行连续检测，直到完成整根导管范围的混凝土检测，从而对整个长度和整个区域的混凝土质量作出评价。

其性能指标为：发射频率一般为 60kHz，最大允许两管测试间距 3.5m；两个换能器的导线长度一般为 100m，也可以根据客户需要确定；两个高精度深度计数器，其配线 25m。

（2）功能与用途

JL-SB 自动全智能声波仪是根据超声波原理检测混凝土桩、混凝土连续墙等结构内部混凝土质量完整性的专用仪器。

（3）联系方式

单位名称：南京水利科学研究院

联系地址：南京市广州路 223 号，邮编：210029

联系人：戴济群 陆采荣

联系电话：025-85828128 85829603

20. TFM 泥石流声学在线监测技术

（1）技术简介

火山喷发、暴雨泥石流所造成流域内的泥石流和洪水的到达和经过通道进行了探测和连续的监测。连续监控洪水和泥石流的通路可以评价通过的感应单元的洪水水量或泥石流体积。监测泥石流的重要性，即在保证交通通畅情况下能对下游的居民提出及时的预警。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院、水利部堤防安全与病害工程技术研究中心

联系地址：郑州市顺河路 45 号，邮编：450003

联系人：冷元宝 张宝森

联系电话：0371-66026841 0371-66025344

二、大坝除险加固技术

21. 土石坝及堤防抗震加固与快速修复技术

（1）技术简介

土石坝抗震加固技术及快速修复加固技术主要包括砂土堤坝抗液化技术、土工合成材料的快速防渗和导渗技术、堤坝渗水险情的快速抢护技术、堤坝管涌险情的快速抢护技术、崩岸险情的快速抢护技术和土石坝地震后裂缝险情的快速抢护技术。

土工合成材料的功能是多方面的，大致可概括为排水功能、过滤功能隔离作用加筋功能防渗作用和防护作用六个基本功能。工程中所应用的土工合成材料发挥的功能通常是相互补充，兼起其它几种功能的作用。

新型双金属止水结构采用双层不锈钢片加“SR”填料，表面修补、焊接，施工方便，能适应高面板堆石坝大变形的特点。

快硬或超快硬混凝土可采用开发的新型胶凝材料配制，也可采用以硅酸盐水泥与超细矿物、早强激发材料复合配制。主要技术特点如下：①硬化、强度发展速度快，通常可以在 2 天左右达到混凝土的设计强度；②后期强度能稳定发展，避免了许多同类早强材料后期强度倒缩的问题；③施工便利，可以像普通混凝土一样进行施工，克服了一般超快硬混凝土凝结时间过短，不便施工的缺陷。水下不分散混凝土需掺用抗分散剂，具有在水下不分散、自流平、自密实的技术特点。

水工高性能抗裂混凝土主要技术特点如下：①提出了水工高性能抗裂混凝土主要原材料控制指标；②提出了水工高性能抗裂混凝土配合比的主要技术参数；③根据水工建筑物不同部位，以掺入高品质外加剂、优质掺合料或适量的纤维材料等，提高水工混凝土的抗裂性和韧性；④以提高抗裂性和耐久性为主要目标的水工高性能混凝土设计和施工技术。

（2）功能与用途

土石坝抗震加固技术及快速修复加固技术适用于土石坝地震后裂缝险情的快速抢护。土工合成材料快速抢险技术可用于大坝、堤防渗流控制，快速堵住渗

流通道，防止渗流破坏。新型双金属止水结构可对因地震而发生破坏的面板坝接缝及裂缝进行修补处理。

快硬或超快硬混凝土适用于水工混凝土结构的抢护性修复；水下不分散混凝土适用于水下加固与修复；水工高性能抗裂混凝土可用于地震灾后水工建筑物的重建。

（3）联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、长江科学院

联系人：戴济群 李昊洁

联系电话：025-85828128 027-82829732

22. 土石坝滑坡治理技术

（1）技术简介

在处理滑坡时，掌握的原则是：设法减少滑动力，增加抗滑力。

1) 开挖回填：滑坡体开挖应视滑动方量大小而定，回填土应分层将土夯实。开挖回填前，应洒水湿润，将表层刨毛或耙松，再填土夯实，以利结合。对地基淤泥层(或其它高压缩性土层)尚未消除或清除不彻底而引起的滑坡，应在坝址处挖穿淤泥层，回填透水料(背水坡脚)，做成固脚齿槽，并采取压重固脚的措施。

2) 放缓坝坡：对设计坝坡陡于土体的稳定边坡所引起的滑坡，在处理时，应考虑放缓坝坡，并将原有排水体接触到新坝址。

3) 压重固脚：滑坡体底部滑出坝趾以外滑坡，需要在滑坡段下部采取压重固脚的措施，以增加抗滑力。一般采用镇压台，压重固脚的材料最好用砂石料。

4) 防渗设施：因渗透破坏引起的背水坡滑坡，或者由于水位骤降引起迎水坡滑坡，使防渗体受到破坏，均应根据具体情况降低库水位或放空水库，彻底修复防渗体。

5) 排水设施：对由于渗漏引起的背水坡滑坡，采用压重固脚时，各种材料的接合面应设置反滤排水层并与原排水体相连接。

（2）功能与用途

主要针对地震、洪水或恐怖袭击造成的大坝滑坡破坏或病害，进行滑坡的应急加固和处理。降低大坝风险，保证大坝运行安全。

（3）联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：魏迎奇 吕烨

联系电话：68785011 68786605

23. 土石坝护坡治理技术

(1) 技术简介

当护坡破坏时,应尽快作出整治设计并进行彻底的处理,以免遭受更严重的破坏。防治的措施,应根据护坡破坏的主要原因,原护坡的结构形式和破坏范围的大小、建筑材料、气温和风力、施工条件和库水位情况以及技术上可靠性和经济上合理性等有关因素,进行综合分析比较,合理选定。主要包括:

1) 填补翻修:适用于施工质量差而引起的局部脱落、塌陷、崩塌和滑动等破坏。护坡要求达到紧、稳、平、实。施工时,为防止上部原有护坡塌滑,可逐段拆砌。

2) 加厚反滤垫层:冰冻地区由于反滤垫层厚度不够而产生的护坡破坏,加厚护坡反滤垫层是一项行之有效的办法。加大垫层的重点部位是水位上下波动带。

3) 塑膜坝面保温:利用塑料薄膜做坝面保温,可防止毛细水上升,消除坝面冻胀,减少投资,节省工程量。减少垫层厚度,不但可使坝面保温,并避免了毛细水上升,从而可达到消除坝面冻胀,减少冰推力的目的。

4) 浆砌石或现浇混凝土护坡:对吹程较远,风浪较大,经常发生破坏的护坡坝段,可采取局部浆砌块石或现浇混凝土板的办法加固处理。

(2) 功能与用途

主要针对地震、洪水或恐怖袭击造成的大坝护坡破坏或病害,进行护坡的应急加固和处理。降低大坝风险,保证大坝运行安全。

(3) 联系方式

单位名称:中国水利水电科学研究院 邮编:100044

联系人:魏迎奇 吕烨

联系电话:68785011 68786605

24. 水工建筑物结构水泥化学复合灌浆加固技术

(1) 技术简介

地震后受到地震不同程度破坏的水工建筑物如水电站坝体、厂房、涵闸、地下洞室等混凝土结构表面和内部均不同程度损害。必须尽快对这些混凝土建筑物进行临时或永久加固处理,以满足震后和渡汛期间对建筑物的抗震强度和变形要求。混凝土建筑物的结构加固宜采用细水泥和化学等复合材料灌浆加固技术。超细水泥化学复合灌浆技术具有以下特点:复合材料制备可在现场进行、设备小巧使用灵活、对施工条件要求低、工艺简单、材料经济、加固强度高效果好。特别

适合交通不便的山区水利工程建筑物的结构加固灌浆工程。此外，该技术适用面广、针对性强。不但可用于加固水工建筑物混凝土裂隙、断层、脱空等结构缺陷，也可对岩石等非混凝土建筑基础进行加固处理。该技术需要的水泥和化学复合注浆材料均已形成系列专利产品。已在国内外各类大中型水利工程中广泛使用。

(2) 功能与用途

针对地震后各类水工建筑物混凝土结构和基础的加固问题，采用超细水泥和化学复合材料进行灌浆加固。

(3) 联系方式

单位名称：长江科学院、中国水利水电科学研究院、南京水利科学研究院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：李昊洁 吕烨 戴济群

联系电话：027-82829732 010-68786605 025-85828128

25. 水工建筑物病害修补技术

(1) 技术简介

新型丙烯酸酯共聚乳液水泥砂浆能显著地改善水泥砂浆和混凝土的性能，其产品具有无毒无污染等特点，主要技术特点如下：

1) 丙烯酸酯共聚乳液水泥砂浆具有优异的粘结、抗裂、防渗、抗碳化、抗冻、防腐、耐老化等性能，与基础混凝土温度适应性好，耐大气老化，克服了环氧砂浆常因其膨胀系数大于基底混凝土而开裂脱落的缺点。

2) 丙烯酸酯共聚乳液水泥砂浆的配制类同于普通水泥砂浆，施工方便，可人工涂抹，也可机械喷涂，并适合潮湿面粘结施工，具有广泛的适用性。

3) 开发了系列产品，包括混凝土修补界面处理剂。

4) 提出了成熟的施工技术要求，可直接指导施工。

(2) 功能与用途

适用于大坝、桥梁、民用建筑等混凝土或钢筋混凝土的开裂和脱空修补，也适用于块石砌体的防渗、防腐、防冻等护面的修补。可提高混凝土建筑物使用的安全性，延长混凝土结构物的使用寿命。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、水利部水工新材料工程技术研究中心

联系地址：南京市广州路 223 号，邮编：210029

联系人：戴济群 陆采荣

联系电话：025-85828128 85829603

26. 水工混凝土结构及表面纤维加固修复技术

（1）技术简介

地震后水工建筑物，坝体、厂房等混凝土结构及表面均不同程度损害，其结构受损加固处理必须满足必要的强度和变形要求，而表面剥落及裂缝等需对混凝土裂缝进行抗渗补强以及混凝土表面抗碳化、抗冲磨防护，因此本技术包括两方面：

①在结构加固中采用新型 FRP 材料玄武岩纤维布，其抗拉强度高、弹性模量大、耐腐蚀、轻质及性价比好等优良特性，可以满足大跨度结构、重载、高强和轻质的需要，采用新型玄武岩纤维布加固比采用钢板或其他传统加固方法具有不需笨重的机械设备、省人工、不受施工场地大小限制、施工便捷、工期短、对结构(加固对象)正常使用功能的影响小、几乎不会增加结构尺寸、加固综合费用低、加固后基本不需维护等非常明显的优势。提供玄武岩纤维布加固方案设计及加固修复施工工艺成套技术。

②将短切玄武岩纤维用于配制高强耐磨玄武岩纤维修复砂浆以充分发挥纤维的增韧、抗裂、抗磨作用，同时结合高效减水剂的减水及塑化作用提高砂浆的粘结性能，并选用大颗粒、坚硬的石英砂以起到骨架支撑作用提高其耐磨耐冲击能力，通过以上复合作用使修复砂浆具有低收缩、高强高性能（耐磨耐撞）且与旧墙粘结牢固(新旧结合好)等特性以适应于船闸、大坝等水工建筑物等混凝土表面裂缝及剥落等大面积创伤的修复材料。提供此高强耐磨修复砂浆配置及修复方法的专利技术。

（2）功能与用途

适用于地震后各类破坏混凝土结构的加固补强以及水工混凝土表面剥落、裂缝等损伤的大面积修复防护

（3）联系方式

单位名称：河海大学

联系地址：江苏省南京市西康路 1 号 邮编：210098

联系人：赵 坚 刘平雷

联系电话：025-83786322 025-83786331

27. 堰塞湖堰坝拆除快速施工爆破技术

（1）技术简介

对于具有危险性的堰塞湖，通过对堰塞湖堵塞物的结构分析，制定科学合理的药包布置方式，采用毫秒微差爆破技术，分层、分段拆除，使堰顶高程逐步降低，或使堰体缺口得到有效控制，实现堰塞湖的分洪时间由不可控变为可控，在

实施爆破前，可主动撤离危险区域，避免下游人民生命财产受到威胁。

（2）功能与用途

对于具有危险性的堰塞湖，采用堰塞湖堰坝拆除快速施工爆破技术，实现堰塞湖的分洪时间由不可控变为可控，避免下游人民生命财产受到威胁。

（3）联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：赵 根 李昊洁

联系电话：027-82829882 027-82829732

28. 堰塞湖快速建造无动力虹吸管应急技术

（1）技术简介

进入汛期，突降暴雨，会危及大坝和下游人民群众的安全。按照常规，洪水必须涨到高于溢洪道才能自行泄洪，安装一定数量的无动力虹吸溢洪设备，在洪水未上涨至溢洪道前可运行该设备预先（无动力）溢洪，尤其是无排洪能力的堰塞湖和排洪能力较差的大中型病险水库，可自动抽吸比溢洪道低 8m 以内的洪水出库，在暴雨到来之前预留出一定的库容，保护大坝的安全；匹配管径从 1m 至 4m。若采用该设备跨坝或溢洪道向外虹吸引水溢洪，加大泄洪速度，无须任何动力，无须抽吸真空，安全可靠，这比开挖扩大溢洪道泄洪截面节省投资。紧急汛期关头，自动排洪泄洪，治标治本。该项技术有无动力虹吸溢洪成套设备，施工安装速度快。

（2）功能与用途

对于有交通条件，可以进入施工机械设备的，堰体比较稳定的，开挖难度较大的，可以快速建造无动力虹吸管。建造无动力虹吸管，降低水位保证汛期堰体安全，减小对下游造成的影响，为下游人员开展应急避难措施及财产转移节省宝贵时间，保障下游人员的生命财产安全。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院、水利部堤防安全与病害工程技术研究中心

联系地址：郑州市顺河路 45 号，邮编：450003

联系人：张宝森

联系电话：0371-66025344

29. 聚合物树脂砂浆修补技术

(1) 技术简介

树脂乳液是一种高分子聚合物的水分散体,加入水泥砂浆后为聚合物水泥砂浆,与同灰砂比普通水泥砂浆相比,具有:

- 1) 抗拉、抗折强度分别提高了35%及50%。
- 2) 极限引伸率提高1~3倍,弹性模量降低、收缩小、抗裂性显著提高。
- 3) 与老砂浆及钢板粘结强度提高4倍以上。
- 4) 密实性显著提高,2天吸水率降低10倍,抗渗性提高1.5倍,抗氯离子渗透能力提高8倍以上。
- 5) 抗冻指标>F300。
- 6) 抗老化性能好,经2160小时碳弧灯紫外线加速老化,性能同普通水泥砂浆,已有20年使用实例。
- 7) 能耐2%硫酸,5%以下盐酸,硝酸及氢氟酸,耐氨水、尿素、乙醇、苯等化学介质腐蚀。

(2) 功能与用途

树脂乳液砂浆具有优异的粘结、抗裂、抗冻、防渗、防腐、抗氯离子渗透、耐磨、耐老化等性能,适用于水利、港口工程、公路、桥梁、冶金、化工、工业与民用建筑等钢结构和钢筋混凝土结构的防渗、防腐护面和修补工程。

(3) 联系方式

单位名称: 南京水利科学研究院

联系地址: 南京市广州路223号, 邮编: 210029

联系人: 戴济群 陆采荣

联系电话: 025-85828128 85829603

30. 灌浆快速堵漏技术

(1) 技术简介

水利工程堵漏灌浆主要为沥青灌浆和化学灌浆。沥青灌浆适用于渗漏量大、流速高的大坝渗漏封堵;化学灌浆适用于细小裂缝的渗漏封堵。

沥青灌浆是将沥青(必要时需改性处理)加热到适当温度,使之具有流动性,通过耐热泵和输送管道输送到渗漏部位,热沥青遇水冷却后,发生分散作用,随着沥青的不断灌入,分散的沥青粘聚成团,封闭渗水通道。沥青灌浆具有不被水稀释流失的特点,特别适合于大坝渗径长、流量大、流速高的渗漏封堵。当沥青灌浆与水泥灌浆复合使用时,堵漏效果更佳。

化学灌浆堵漏主要为水泥-水玻璃灌浆堵漏和聚氨酯灌浆堵漏。聚氨酯灌浆材料遇水后自行分散、乳化、发泡,立即进行聚合反应,具有粘度小、可灌性好、凝结时间可调等特点,能灌入细小裂缝,提高大坝抗渗性。

(2) 功能与用途

进行水利工程快速堵漏抢修，沥青灌浆堵漏技术适用于大坝与堤防遭受地震灾害后引起的渗漏量大、流速高等一般技术难以奏效条件下的堵漏抢险。

（3）联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、水利部水工新材料工程技术研究中心

联系地址：南京市广州路223号，邮编：210029

联系人：戴济群 陆采荣

联系电话：025-85828128 85829603

31. 玻璃纤维增强聚合物锚杆加固结构技术

（1）技术简介

钢筋锚杆结构的应用情况表明，钢筋锚杆的锈蚀老化会使得杆体截面变小，应力加大，变形增大，同时改变了杆体和胶结体的耦合状态，会引起加固结构整体的运行安全问题。玻璃纤维增强聚合物(GFRP)筋抗拉强度大、耐腐蚀性强、性价比比高，若采用 GFRP 筋代替钢筋作为锚杆在永久性加固工程中使用，是解决锚杆结构老化问题的途径之一。GFRP 筋与钢筋的材料性能差异较大，GFRP 筋锚杆的设计方法、施工工艺和锚固技术与钢筋锚杆有本质的不同，本项技术曾应用于广东粤赣高速公路工程边坡的永久性加固结构，效果良好。

（2）功能与用途

玻璃纤维增强聚合物锚杆加固结构可以提高边坡锚固界结构的耐久性，减小因为锚固结构老化引起的边坡稳定性降低。

（3）联系方式

单位名称：河海大学

联系地址：江苏省南京市西康路1号 邮编：210098

联系人：赵 坚 刘平雷

联系电话：025-83786322 025-83786331

32. 网状微纤维砂浆（混凝土）修复技术

（1）技术简介

混凝土坝在发生局部裂缝或变形时大多采用局部凿宽、清洗、浇筑新混凝土的方式来处理，此类方法费时费力并且增大了人员和物资消耗。采用网状微纤维砂浆对小裂缝进行处理，不需要凿宽的过程，只需要对浇筑面清洗干净、湿润，即可采用微纤维砂浆对其进行浇筑，配合新型的聚羧酸高效减水剂可以实现自流平效果使裂缝得到有效修复。

对已经建成的混凝土坝、堤、闸，外露的临空面比较有限，在出现裂缝时往往没有用于施工的有效空间，为此采用聚羧酸高效减水剂网状微纤维砂浆技术可克服空间狭窄、无法振捣等实际困难，保证施工效果。

网状微纤维的掺入使得混凝土抵抗变形的能力增强,可适当延缓出现裂缝及发生断裂的时间,这为全面检修争取了时间。

(2) 功能与用途

用于混凝土坝在发生局部裂缝或变形破坏、边坡防护发生局部裂缝、库岸边坡支挡裂缝,泄水建筑物发生局部裂缝时的修复及处理。

(3) 联系方式

单位名称: 珠江水利委员会珠江水利科学研究院

联系地址: 广州市天河区天寿路 80 号珠江水利大厦六楼, 邮编: 510611

联系人: 王琳 罗丹

联系电话: 020-87117413, 87117207

33. 工程结构加固技术

(1) 技术简介

通过引进的 PR 专利技术,可以在非开挖情况下,实现独立基础到桩基础的转换,可广泛应用于既有建筑的纠偏、抬高等。自主研发了粘钢型结构胶,碳纤维布结构胶,封缝、灌注型结构胶,碳纤维布加固粘结胶。混凝土界面处理剂等加固材料。主要加固技术有展钢加固、钻孔植筋、预应力加固、房屋加层、粘贴碳纤维布加固、裂缝与缺陷修补、承重墙托换、混凝土墙板无损开洞、湿式外包钢、干式外包钢等。

(2) 功能与用途

震后建筑结构在安全鉴定的基础上,及时进行加固处理,是灾后重建的一部分。针对不同结构形式、工作性态、工作环境和损毁情况,运用不同的加固方式进行处理,可以及时恢复结构性能,尽早恢复生产,降低灾后损失。

(3) 联系方式

单位名称: 黄河水利委员会黄河水利科学研究院

联系地址: 郑州市顺河路 45 号, 邮编: 450003

联系人: 冷元宝 田治宗

联系电话: 0371-66026841 0371-66023932

34. 边坡支护设计及安全预报技术

(1) 技术简介

1) 根据现场踏勘、岩体结构、及有关地形地质资料,利用专家经验知识或者边坡破坏模式判断程序 YCW2007 对边坡的失稳模式进行分析;

2) 应用大型有限元程序对边坡的屈服区以及可能破坏的位置进行预测和分析;

3) 根据不同的边坡破坏类型, 提出有针对性的边坡支护设计方案, 包括: 削坡减载、压脚、表面截排水、坡体内排水、喷混凝土及挂钢筋网、锚杆、预应力锚索、抗滑桩、以及其它加固措施;

4) 应用基于极限平衡理论的计算机程序和大型有限元程序对可能的边坡支护措施进行结构设计, 并计算相应的边坡稳定安全系数, 在此基础上进行经济、施工难易程度、时间等各方面的比较, 提出合适的边坡支护设计方案;

5) 应用位移观测、测斜仪、多点位移计、GPS、遥感、光纤等多种观测手段了解边坡体的变形趋势、并应用基于有限元分析基础上的反馈分析系统, 对边坡的安全性进行预测与预报。

(2) 功能与用途

主要针对地震、暴雨、泄洪雨雾、水库骤降、公路施工边坡快速开挖等造成的库区边坡、坝肩边坡以及公路边坡造成的边坡破坏或病害, 进行边坡的加固支护设计及相应的安全性预测预报。

(3) 联系方式

单位名称: 中国水利水电科学研究院 邮编: 100044

联系人: 魏迎奇 吕烨

联系电话: 68785011 68786605

35. 智能预应力压缩分散型锚索技术

(1) 技术简介

通过引进日本先进锚索技术、设备, 以智能压缩分散型预应力锚索为基础, 建立起从边坡稳定分析、边坡加固治理方案、边坡工程施工及边坡变形监测的完整技术与管理体制。该体系采用预应力锚索手段加固岩体及结构建筑物, 能够避免发生泥石流、岩体崩塌及山体滑坡等灾害。对于减少地震次生灾害的发生, 具有重要作用。

通过先进的设备及专利产品, 从事压力分散型预应力锚索的设计与施工, 能够用于混凝土挡墙和砌石挡墙的加固、道路边坡和水工建筑物边坡的加固、坝体、桥墩等结构物的加固。

(2) 功能与用途

采用预应力锚索手段来防止避免泥石流、岩体崩塌、山体滑坡的发生及混凝土结构的补强加固。

(3) 联系方式

单位名称: 中国水利水电科学研究院 邮编: 100044

联系人: 孙志恒 吕烨

联系电话: 68781472 68786605

36. 柔性防渗及抗冲磨快速施工技术

(1) 技术简介

聚脲弹性体材料是由 MDI 基异氰酸酯半预聚体、端氨基聚醚、液态胺类扩链剂、颜填料和助剂组成，具有快速固化特点，可解决以往喷涂工艺中易产生的流挂现象，可在任意曲面、斜面及垂直面上喷涂成型，涂层表面平整、光滑，对基材形成良好的保护和装饰作用，一台设备每小时可以喷涂 200m^2 ，可以在混凝土表面裂缝张开 $5\sim 8\text{mm}$ 的情况，抵抗 300m 的水压力作用不渗漏。

单组份聚脲由含多异氰酸酯—NCO 的高分子预聚体与经封端的多元胺（包括氨基聚醚）混合，并加入其它功能性助剂所构成。具有抗拉强度高（大于 15MPa ）、抗冲磨能力强（满足流速 40m/s ），与混凝土面粘结强度高（大于混凝土抗拉强度）、柔性好（伸长率大于 300% ）、抗紫外线性能和抗太阳暴晒性能强，并且单组份聚脲具有 -40°C 的低温柔性，能适应高寒地区的低温环境（ $-35\sim -40^\circ\text{C}$ ），尤其是能够承受低温时混凝土的开裂不渗漏，施工方便。

(2) 功能与用途

喷涂聚脲弹性体技术可快速在混凝土表面形成防护层，主要用于混凝土结构的防渗漏、高速水流下的抗冲磨及结构防腐蚀。该技术还适合于金属结构表面的快速防腐、防蚀保护。

单组份聚脲材料主要用于混凝土结构表面裂缝的封闭处理及混凝土局部抗冲磨处理。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：孙志恒 吕烨

联系电话：68781472 13601116829 68786605

37. 混凝土建筑物表面剥蚀和抗冲磨处理技术

(1) 技术简介

采用聚合物水泥混凝土或聚合物水泥砂浆对混凝土剥蚀部位进行回填。聚合物水泥混凝土是通过在水泥混凝土掺加聚合物乳胶改性而成的有机无机复合材料。由于聚合物的掺入改变了混凝土微观及亚微观结构，从而改善了混凝土性能，并使之具有一定弹性。

对结构完好的泄流建筑物抗冲磨混凝土可以采用喷涂聚脲弹性体材料、弹性环氧涂层提高混凝土抗冲磨性能，对小范围损坏可采用弹性环氧砂浆和聚合物水泥砂浆进行修补，对大于 5cm 厚的大面积剥蚀面，可采用多元胶凝体高性能混凝土、聚合物混凝土进行置换修复。

（2）功能与用途

对混凝土建筑物表面剥蚀进行处理。提高和改善高速含砂水流对过流面混凝土的抗冲磨性能，或泄洪建筑物过流面抗冲磨混凝土的重建。

（3）联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：孙志恒 吕烨

联系电话：68781472 13601116829 68786605

38. 混凝土结构补强加固技术

（1）技术简介

粘贴碳纤维复合材料补强加固法是采用层压方式将浸透了树脂胶的碳纤维布粘贴在混凝土或钢筋混凝土结构表面，并使其与混凝土或钢筋混凝土结构结合为整体，从而达到加强混凝土或钢筋混凝土结构的目的。碳纤维片的抗拉强度比同截面钢材高 10~15 倍，因而可获得优异的补强效果。且材料重量轻、施工方便。

粘贴芳纶纤维（AFRP）材料补强加固法也是采用层压方式将浸透了树脂胶的芳纶纤维布粘贴在混凝土或钢筋混凝土结构表面，并使其与混凝土或钢筋混凝土结构结合为整体，从而达到加强混凝土或钢筋混凝土结构的目的。芳纶纤维不仅拥有轻质高强、高弹模、耐腐蚀耐久性好、抗冲击以及不导电等优点，且由于韧性较好，尤其适合于结构的抗震补强。该技术施工便捷、快速，工期较短。

（2）功能与用途

粘贴碳纤维复合材料补强加固技术主要用于混凝土结构的快速补强加固，提高结构承载能力和抗震性能。粘贴芳纶纤维补强加固技术主要用于混凝土结构的快速补强加固，提高结构承载能力和抗震性能。

（3）联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：孙志恒 吕烨

联系电话：68781472 13601116829 68786605

39. 水工高性能抗裂混凝土的配制技术

（1）技术简介

1) 提出配制水工高性能抗裂混凝土的主要原材料控制指标，包括水泥、掺合料、粗细骨料、外加剂、纤维材料等的技术指标要求。

2) 提出水工高性能抗裂混凝土配合比的主要技术参数，包括水胶比、掺合料品种及掺量、含气量等，并提出水工高性能抗裂混凝土的单方原材料用量。

3) 根据水工建筑物不同部位, 以掺入高品质外加剂、优质掺合料或适量的纤维材料等, 提高水工混凝土的抗裂性和韧性。

4) 以提高抗裂性和耐久性为主要目标的水工高性能混凝土设计和施工成套技术。

(2) 功能与用途

主要用于地震灾后水工建筑物的重建与修复, 如大坝坝体缺损修复、溢流面缺损修复、发电厂房基础加固、引水钢管下部坍方区浇筑混凝土等等。所配制的水工高性能抗裂混凝土的坍落度可以达到 200mm 以上, 具备自密实功能, 新拌混凝土能自动填充钢筋密集部位, 易于快速施工, 特别适合于浇筑建筑物下部难以振捣部位的混凝土。硬化后的水工高性能抗裂混凝土具有高强、高耐久、高抗裂的特点。

(3) 联系方式

单位名称: 南京水利科学研究院、水利部水工新材料工程技术研究中心

联系地址: 南京市广州路 223 号, 邮编: 210029

联系人: 戴济群 陆采荣

联系电话: 025-85828128 85829603

40. 聚羧酸系混凝土高效减水剂

(1) 技术简介

聚羧酸系高效减水剂是基于高分子材料结构设计理论进行的定向合成, 通过对原材料单体进行聚合而获得更高的减水率, 并长时间保持混凝土坍落度, 满足高混凝土性能对材料的特性需求。该减水剂具有如下特点:

- 1) 混凝土减水率可达 30% 以上;
- 2) 坍落度在 2h 内基本没有损失;
- 3) 28 天抗压强度比大于 120%;
- 4) 碱含量低、无氯盐, 对钢筋没有腐蚀作用, 对水泥的适应性好。

(2) 功能与用途

主要用于配制高性能混凝土的新一代高效减水剂, 能大幅度减少用水量和胶凝材料用量, 提高混凝土的各项性能。

(3) 联系方式

单位名称: 中国水利水电科学研究院 邮编: 100044

联系人: 孙志恒 吕烨

联系电话: 68781472 68786605

三、堤防险情应急技术

41. 堤防工程隐患探测技术

(1) 技术简介

利用水利部“948”项目引进的高密度电法仪、瞬变电磁仪、探地雷达、弹性波检测仪和地层地温测量仪等先进的探测技术对堤防工程进行综合探测,应用专业的分析处理软件进行数据分析处理,界定隐患的性质、位置和范围。

(2) 功能和用途

用于堤坝粘土芯墙渗漏检测;堤坝灌浆质量检测;堤坝结构体探测;堤防渗漏检测;堤坝裂缝检测;堤坝地基地下空洞、岩溶洞穴、软弱层和不均匀体等探测;垂直防渗墙质量检测;地下水位探测;堤坝基础破碎带探测。

(3) 技术来源

单位名称: 中国水利水电科学研究院

联系地址: 北京复兴路甲一号, 邮编: 100038

联系人: 吕烨, 姚成林

联系电话: 010-68786605, 010-68781045

42. 大网笼、大土工包机械化抢险技术

(1) 技术简介

该技术应用自卸汽车制成 10~12m³ 的大型铅丝(化纤)石笼、柳石混装笼和土工包,确定了大容积石笼、土工包的选材、制作方法和使用大型机械设备抛投的方法,完善了用于抢险中的设备合理配置方案和应用用于多用险情抢护的使用方法。主要内容为:

1) 利用大型机械设备配合,进行机械化装料、运输和抛投 10m³~12m³ 大网笼、大土工包;

2) 改变铅丝加筋结构,解决了人工制作网笼工艺;该工艺制作的 10m³ 的大网笼试用效果较好,可满足自卸车装运抛机械化作业要求;

3) 大土工包采用系带固定法在现场不需要缝包机,操作简单、快速,整个装料过程只需要 10~15 分钟即可完成,在抛投过程中也不易开裂,试用效果好;

4) 水中进占时,合理配置推土机、挖掘机和自卸汽车,可使各种机械设备得到最佳使用。

(2) 功能与用途

大网笼、大土工包机械化抢险技术主要应用于防洪工程险情抢护(包括堤防坍塌险情的抢护,坝岸基础淘刷险情的抢护),堵口进占等方面。

(3) 联系方式

单位名称: 黄河水利委员会黄河水利科学研究院

联系地址: 郑州市顺河路 45 号 邮编: 450003

联系人：田治宗 冷元宝
联系电话：0371-66023932 0371-66026841

43. 土工石笼网快速防护技术

(1) 技术简介

1) 中、小型土石坝发生边坡变形和库岸坍塌时通常采用抛石护坡的方法进行防护，但是抛石一般对于石料的要求较严，而且由于水流的冲刷难以定位，通常难以达到预期的效果。采用土工石笼网可充填当地土石材料，不仅可以达到就地取材的目的，同时还可以比较准确的定位，有利于快速、及时的防止边坡失稳。

2) 土工石笼网铺设在水库库岸，可以有效地抵抗水流对库岸的冲刷，防止库岸的坍塌，进而替代混凝土衬砌结构或砌石圪工结构等，既有利于环保、也便于施工，同时，施工不受气候和温度的影响。

3) 土工石笼网可形成各种柔性的边坡挡墙，当受到山体滑坡变形或滚石冲击时，柔性的墙体可以产生变形，吸收部分能量，墙体位移可借其底部的摩擦来阻滞，从而避免巨石对道路或人员造成的伤害。

4) 高强度土工格栅可对边坡岩面直接进行挂网护坡，不仅可以减小雨水对边坡土体的冲刷以防止发生泥石流，且高强度格栅具有一定的延伸率，当泥石流发生时，独特的网孔结构还可进一步阻止泥石流的扩展，该方法施工简易灵活，对于山区公路的泥石流防护具有良好的效果。

(2) 功能与用途

用于地震灾区中小型土石坝、公路、厂矿居民区等发生边坡变形和库岸坍塌的快速防护、库岸边坡支挡，防止坝坡或库岸边坡失稳。用于地震灾区泥石流多发地段的防护，防止泥石流的发生或进一步发展。

(3) 联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院
联系地址：武汉市黄浦大街 23 号 邮编：430010
联系人：龚壁卫 李昊洁
联系电话：027-82820428 027-82829732

44. 土工布管袋堵漏技术

(1) 技术简介

该技术是将导渗堵漏器固定在漏洞出口处，首先将出口水位抬高以便控制漏洞的发展，然后通过灌浆管加压，喷射特种浆液；使局部产生反向渗透，浆液经过渗漏通道移向漏洞的各个部位，在特定的设计时间内开始初凝固化变为固体，并且膨胀压密漏洞，使漏洞堵死。该技术方案适用于已发现集中渗漏出口，而没

有发现渗漏进口或进口在水下较深部位的情况。该堵漏技术约需 7~10 人，在发现渗漏时，将抢险车开到现场，停在堤顶上，首先将锥形导渗器插入洞口，快速连接注浆导管，并将导向管插入洞内 2~6m，然后高压喷射速凝材料，喷浆压力控制在 2~6Mpa，在开始 2 分钟内，凝固时间控制在 30~60 秒，2 分钟以后，渗漏减少或停止时，凝固时间控制在 4~6 分钟，整个灌浆时间控制在 10~20 分钟左右。

（2）功能与用途

适用于大坝、堤防防汛抢险的要求，操作简单，材料便宜，可在短时间内堵住漏洞。还可用于输、泄水建筑物与土坝结合部位渗水及漏洞的抢护处理和加固，同时对软弱地基的挤密加固效果尤为良好。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院、水利部堤防安全与病害工程技术研究中心

联系地址：郑州市顺河路 45 号，邮编：450003

联系人：张宝森

联系电话：0371-66025344

45. 表面防护处理和抗渗修补技术

（1）技术简介

CKT 系列新型弹性防渗建筑结构材料，具有无气味、环保以及高耐候性、高韧性、高粘结性、高抗渗性和低温、潮湿面固化的特点，同时具有防止混凝土表面碳化和抗高速水流冲磨的特点，性能优异、施工便利。目前正在在南水北调中线输水应急工程中得到应用，成功地对输水渠坡面板及底板上 0.2~0.4mm 的伸缩裂缝进行了修补处理，受到了施工单位的好评，保证了奥运会期间向北京供水的顺利进行。

（2）功能与用途

CKT 系列新型弹性防渗建筑结构材料普通水泥砂浆相比，具有高强度、高韧性、高粘接性、优良的耐酸碱性、抗渗透性以及低温固化等特点。主要对混凝土裂缝进行抗渗修补以及混凝土表面抗碳化、抗冲磨防护。

CKT 系列环保型弹性防渗建筑结构材料的配制与普通水泥砂浆相同，施工方便，具有广泛的适用性，可作为水工、港口、公路、桥梁、化工等工业民用建筑混凝土的防渗、防腐、抗渗等修补及护面的材料。此外，对高水头过流面等水工

抗冲磨部位的防护、修补具有更佳的效果。

(3) 联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：李 珍 李昊洁

联系电话：027-82829881 027-82829732

46. 水闸病害安全检测与评估

(1) 技术简介

对水闸破坏状况进行检测与评估的主要内容包括：

1) 利用各种检测手段如地质雷达，超声波等，检测水闸结构材料强度，混凝土缺陷，闸门及启闭机的安全等，利用水下成像技术，水下超声波技术探测水下缺陷，通过静荷载试验评定水闸实际承载能力，通过结构动力试验检测结构的动力特性。

2) 收集工程基本资料，对观测资料的整编及分析。

3) 根据实际情况，对防洪标准、闸室、岸墙和翼墙的整体稳定性、抗渗稳定性、消能防冲能力、结构强度等进行复核计算与分析。

4) 对主要触发因素进行风险评估。

(2) 功能与用途

水闸破坏状况及耐久性的检测与评估，有效掌握灾后水闸安全状况，为灾后重建提供决策依据。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、水利部基本建设工程质量检测中心

联系地址：南京市广州路 223 号，邮编：210029

联系人：戴济群 陆采荣

联系电话：025-85828128 85829603

47. 工程抢险应急照明车

(1) 技术简介

该机具是为解决防汛抢险现场夜间照明问题而研制的设备。设备集发电机组、灯具、灯杆、拖车为一体，照明面积可达 3 万 m²。灯杆为气动式伸缩灯杆，根据照明范围需要，最高可升至 8m，并可进行 360° 水平旋转。从照明车就位到立灯照明，只需 5 分钟即可投入照明使用，能够适应夜间防汛抢险的需要，并且具有为小型电动工具、气动工具提供动力的功能；在暂无电源的夜间急需照明场所，该车使用效果良好。

(2) 功能与用途

该设备能够适应夜间防汛抢险的需要，为抢险作业提供良好的照明条件。同时还适用于工程施工、救火和野外临时夜间作业的应急照明，亦可为市政施工、公路、桥梁、港口、矿山、城市消防等应急照明，并且具有为小型电动工具、气动工具提供动力；为各类车辆、船舶蓄电池充电等功能；配置的空压机，可为抢险现场的橡皮舟、车辆充气等。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院
联系地址：郑州市顺河路 45 号 邮编：450003
联系人：田治宗 冷元宝
联系电话：0371-66023932 0371-66026841

48. 机械筑埽抢险技术

（1）技术简介

该技术通过改制装载机为软料叉车，引进和改造六角钢网编织机，研制铅丝笼封口机，实现了利用机械装、封、抛铅丝笼和采用柳石混杂、层柳层石抢险机械化，研制出埽笼抢险技术。主要包括：

- 1) 装载机改装为软料叉车、铅丝笼封口机抢险辅助设备研制，六角钢网编织机引进和改造研制；
- 2) 柳石混杂抢险机械化技术，层柳层石抢险机械化技术，埽笼技术。

（2）功能与用途

该技术可应用于河道整治工程抢险和进占施工，实现了机械筑埽，改变了传统抢险大量使用劳力的情况，提高了工作效率。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院
联系地址：郑州市顺河路 45 号 邮编：450003
联系人：田治宗 冷元宝
联系电话：0371-66023932 0371-66026841

49. 人造大块石抢险材料

（1）技术简介

该技术通过对外加剂的筛选和正交设计法试验，研制出适合黄河淤砂固结的专用外加剂。利用黄河泥沙、水泥、粉煤灰和外加剂制作成大块石替代铅丝笼用于抢险和工程加固，其强度、抗风化性和抗冻性能满足抢险要求。

人造大块石技术使用天然淤砂，无需淘洗，可以采用自然养护的方法养护，且成型工艺简单。根据抢险的需要，可切割成不同的规格尺寸，大块体重量可达 2000 kg/m³，块石粒径不小于 0.6m，单块重量大于 300 kg。人造大块石 28 天抗压强度为 6~8MPa，60 天强度大于 10MPa，90 天强度为 60 天强度的 1.2~1.5

倍。制作工艺简单，可进行现场制作，且易于储备。

(2) 功能与用途

人造大块石能在抢险中替代块石和铅丝笼，用于工程护根、护基，根、坦石坍塌和墩垫等险情的抢护。

(3) 联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院

联系地址：郑州市顺河路 45 号 邮编：450003

联系人：田治宗 冷元宝

联系电话：0371-66023932 0371-66026841

50. YBZ 型拔桩器

(1) 技术简介

木桩是江河防汛抢险过程中使用最广泛的防汛物料之一，它在使用柳石枕、柳石进占、柳石搂厢等方法的抢护中起到了极其重要的作用。但在当前抢险中，对已打入堤身或坝面的木桩需移位或每次抢险结束后场地清理工作时，还普遍延用着传统的人工绳捆索绑、以杠杆原理起拔木桩，平均每人每小时仅拔 3 根桩，工作效率太低，用机械推拔，效率高，可是拔出的木桩均被损坏，无法再次使用。YBZ 拔桩器有液压顶起机构、链轮、链条机构、卡具、底盘机构五部分组成。有效解决了上述问题，使场地清理工作更专业化，并可以减轻操作人员的劳动强度，使木桩重复使用、节约投资。

(2) 功能与用途

此机具可将打入地平面、坡面土体中的木桩、钢桩、混凝土等小型桩体垂直拔起，保证桩体完好，达到重复利用的目的。

(3) 联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院

联系地址：郑州市顺河路 45 号 邮编：450003

联系人：田治宗 冷元宝

联系电话：0371-66023932 0371-66026841

51. YP-A 型液压自动抛石机

(1) 技术简介

液压自动抛石机是为了改变险工坝岸抛石机械化程度低而研制的一种新型抛石机具。利用液压传递技术，实现机械化抛石。其结构主要包括移动装置、滑槽、料斗、行走装置、配套动力五个部分，利用液压传递技术实现了各主要动作，操作方便，动力传递平稳；达到了抛石槽伸展定位、收放及抛石机械化，解决一次抛投不容易到位的难题。该设备移动方便，适应性强，与装载机、翻斗车等机械设备组合，抛石到位迅速，抛石效率高，劳动强度低，安全系数大。

额定最大抛石量 800 kg 抛石距 8-14m
抛石速度 每斗 ≤15s 移动速度 ≥18m/min
滑槽打开时间（到位后安装） ≤50s 整机重量 1.2T
滑槽宽度后中节 1000 ± 30 mm 前节 ≥900 mm
滑槽长度后、中节 4m 前节 1.5m
折叠后体积 5.5m × 1.5m × 2.0m 展开后体积 10.5m × 1.0m × 1.3m

（2）功能与用途

此机具用于黄河下游不同坡度的河道整治工程的抛石作业。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院
联系地址：郑州市顺河路 45 号 邮编：450003
联系人：田治宗 冷元宝
联系电话：0371-66023932 0371-66026841

52. YDS-3 抢险房

（1）技术简介

“YDS-3 抢险房”是由汽车或拖拉机牵引，可行走的抢险房，可在公路上快速行驶。房屋墙体采聚苯乙烯夹心板加上铅玻窗和双层钢门，室内配置双层木板床、衣架、装有空调、顶灯，一个房可住 32 人。房体规格为长 9.2m，宽 2.15m，高为 2.6m，其中室内高度 2.4m，顶部采用扁圆顶，顶高 0.2m。墙体前后各留两个窗户，前墙安设双层钢门，门开启形式采用铝合金扣板吊顶，照明采用吸顶灯，线路塑槽封闭，安设开关插座，供手机充电用，对照床位安设不锈钢衣架。屋内安设 1.5 匹的挂式空调，外机设在拖把处，室内安装触电保护器。墙沿前端安装插旗装置。床位布置：沿门设走廊，沿走廊两侧布置上下双层通铺床，其尺寸为长 × 宽 = 1.9m × 2.0m 第一层床面 0.4m，第二层床面 1.4m，层面活动空间为 1.0m。

（2）功能与用途

该机具适用于机动抢险队或施工队伍，用于解决抢险人员临时居住休息。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院
联系地址：郑州市顺河路 45 号 邮编：450003
联系人：田治宗 冷元宝
联系电话：0371-66023932 0371-66026841

53. ZZ-1 型装袋机

（1）技术简介

ZZ-1 型装袋机以 ZL50 装载机为载体，双侧加装铲土、送土、容土、装土等自制设备和液压控制系统，在行走的同时完成土料的铲挖、传输、落土等功能，

配以人工挣袋完成装土。可根据需要随时安装和拆卸自制设备，快速实现装载机与快速装袋机的功能转换。该装袋机机动灵活，越野性能好，适应多种地形条件下自行自挖土装袋作业，行走速度 1~5km/h，吃土深度 5~15cm，装袋量 700~1200 袋/h（每袋约 30kg）。

（2）功能与用途

ZZ-1 型装袋机用于在抢险或施工过程中自动铲土、装土袋。

（3）联系方式

单位名称：黄河水利委员会黄河水利科学研究院

联系地址：郑州市顺河路 45 号 邮编：450003

联系人：田治宗 冷元宝

联系电话：0371-66023932 0371-66026841

四、安全饮水应急技术

54. 蓄水技术

（1）技术简介

把水存放在容器中，至少存放 2 天后再使用。蓄水容器可以是金属、玻璃、塑料的，最好利用小孔径容器盛水，借助水槽、龙头等进行分发，有效降低水体污染程度。同时，蓄水容器一定要加盖（图 10.1），以免灰尘或其它污物进入水中，避免藻类滋生和水的蒸发。蓄水容器要经常清洗，防止沉积污物衍生微生物。蓄水最好经过高温或化学消毒再饮用。

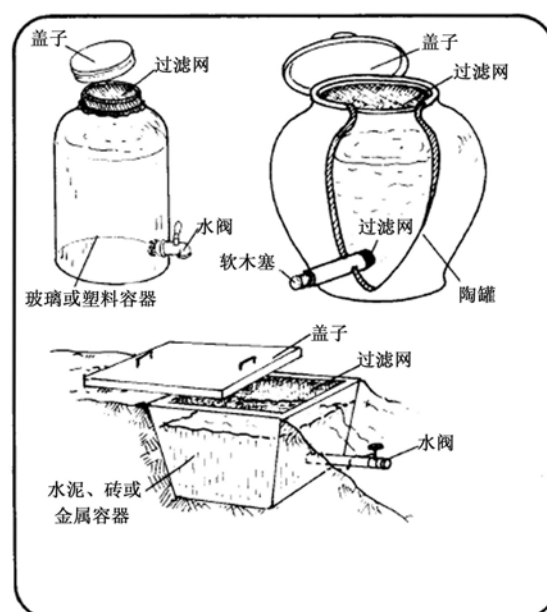


图 10.1 简易储水方式示意图

（2）功能与用途

去除水中的大颗粒污染物，降低浊度。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：彭文启 吕烨

联系电话：68781885 68786605

55. 蓄水池检查与修复

(1) 技术简介

已出现漏水裂缝的蓄水池，应对其结构受力进行验算，必要时进行加固。对浆砌蓄水池的裂缝，应清除已虚脱的填缝材料和护面，沿裂缝拓宽 3~5cm、凿深 4~5cm，用 PCCM 砂浆重新勾缝；并对蓄水池内部进行水泥砂浆抹面或贴瓷砖，有利于蓄水水质保护。对于混凝土蓄水池的裂缝，可采用卫生环保的化学堵漏剂进行堵漏。蓄水池应考虑加盖和覆土，有利于防冻和水质安全。蓄水池应设放空措施。

(2) 功能与用途

因地震灾害造成蓄水池裂缝的修复。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

56. 饮用水源保护技术

(1) 技术内容

饮用水水源保护十分重要，不仅关系到当前的饮水安全，也涉及到今后供水工程的恢复重建及饮水安全。因此，要落实具体保护措施：划定水源保护区，水源井周围 50m 范围内，地表水源沿岸 30m 范围内，禁止建厕所、牲畜圈，排放粪便、污水，倾倒垃圾等，并要设专人看管。

(2) 功能与用途

防止灾区饮用水源污染。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

57. 饮水过滤

(1) 技术简介

混浊水源可以用过滤方法进行处理。让水流经微孔材料截留其中悬浮颗粒的过程，但无法去除细菌和细小混浊物。由于长期与污浊水接触，滤料孔隙会发生堵塞或玷污，必须经常清理，过滤水在饮用前应该高温或化学消毒。

陶瓷过滤器由一个柱状滤芯和两个容器组成，容器中水通过滤芯过滤到另一个容器中，组成一个蓄水单元，适于处理中等浊度水（图 10.2）。滤芯上沉积物要及时清理，可用刷子清洗，也可用低浓度加氯溶液浸泡。

家用砂滤池可处理雨水或其它含有少量杂质的水源，施工简单，造价便宜，易于维护。桶中底部装有一层碎石，碎石以上覆盖一层干净砂子，原水由桶顶部进入，水流过砂

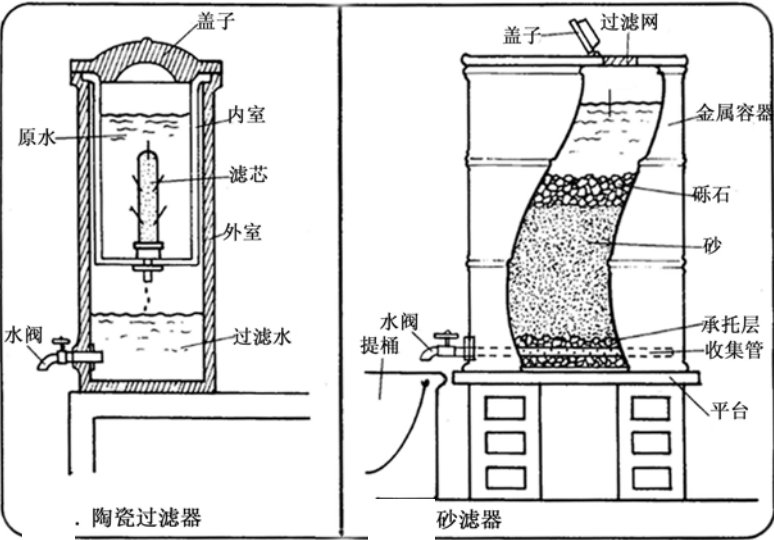


图 10.2 简易过滤技术示意图

层时，水中沉淀物被拦截下来，干净水由桶底流出。一个 208L 桶每天可以连续过滤大约 2700L 的水，砂层每二到三周更换一次，保证流速，防止污物滋生微生物二次污染，砂子可以经过洗涤、晾干后重新使用。砂滤池不能杀灭病原微生物，过滤后需要高温或者化学消毒。

（2）功能与用途

去除水中的悬浮物和部分微生物，降低水的浊度。

（3）联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：彭文启 吕烨

联系电话：68781885 68786605

58. 饮水高温消毒

（1）技术简介

利用干净容器（锅、桶等）将比较干净的水体煮沸，在海拔较高区域利用高压锅，杀死水体中的病毒、微生物，直接饮用。高温消毒是对少量水进行消毒最有效方法，通过煮沸 2~3 分钟可杀灭病原微生物，大锅或圆形钢桶可解决 20 人左右的用水问题（图 10.3）。加热后盖好盖，冷却后储存在同一容器中，以免再度污染。

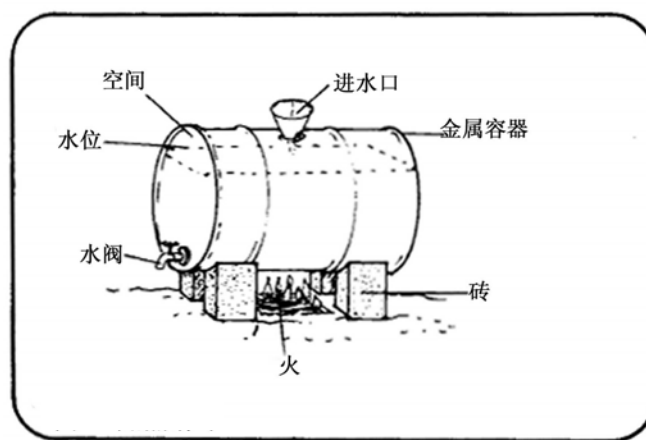


图 10.3 高温消毒示意图

(2) 功能与用途

杀死水中的微生物和病毒，防止肠道传染病。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：彭文启 吕烨

联系电话：68781885 68786605

59. 饮水阳光消毒

(1) 技术简介

在没有药剂条件下，水体比较干净的条件下，阳光也是有效的消毒办法。将水体呈放在干净容器中，在阳光下进行照晒一天时间；再利用干净的瓶子，在瓶子装满 3/4 左右，完全摇晃 20 次左右，放在阳光下 6 小时（多云天气需要 2 天左右），直接饮用。



图 10.4 阳光消毒示意图

(2) 功能与用途

杀死水中的微生物和病毒，防止肠道传染病。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：彭文启 吕烨

联系电话：68781885 68786605

60. 饮水化学消毒

(1) 技术简介

氯是较便宜和常用的消毒剂。加氯装置通常有两种，一种是在水井、水塔和水池中用到的“扩散式氯消毒装置”，由一个装有粗砂和氯粉的罐子或其它容器组成，将其淹没在待处理的水中，氯通过容器空隙渗入水中，罐式扩散式氯消毒装置如图所示。3kg 粗砂中掺合 1.5kg 的漂白粉，可供 60 个人二周的用水。扩散式氯消毒装置消毒缓慢，最适用于水井或一天消费水量在 1m^3 以内的蓄水池。对于更大的水井或水池将需要多个氯消毒装置。

“浮碗式氯消毒装置”将含氯溶液以恒定的速率滴加到缓慢流水的蓄水池中，如图所示。浮碗式氯消毒装置通常由一个大约 200L 的钢桶或水泥池子、盖子、一个漂浮的滴阀（被装在一木碗或木浮子上）、一个出口和一根连通出水口和滴阀的软管构成。碗浮在溶液上部。阀底部开口用一个打有 2 个孔塞子塞上，一根

软管通过其中一个孔，将碗与桶出口连通起来，起到固定浮碗作用；小管通过另一个孔，使碗底溶液进入浮碗。运行中通常要注意氯溶液的浓度水平和偶尔更换浮碗式氯消毒装置的有关部件。

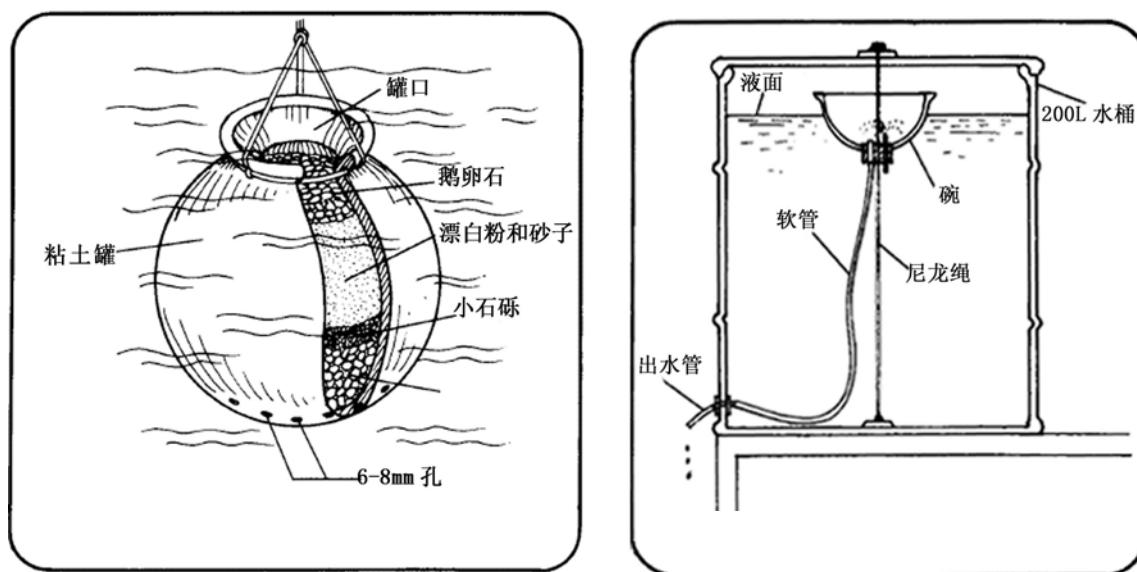


图 10.5 化学消毒示意图

(2) 功能与用途

杀死水中的微生物和病毒，防止肠道传染病。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：彭文启 吕烨

联系电话：68781885 68786605

61. 改性粘土吸附水处理技术

(1) 技术简介

粘土矿物具有很大的表面积，巨大的表面积伴随着巨大的表面能，使其具有巨大的吸附能力，直接使用作为水处理的吸附剂，清除水中的有毒重金属元素、有机污染物以及部分病原微生物，使受到污染的水体达到饮用水标准。粘土矿物可作为有害物质吸附剂，作为浑浊水的澄清剂，放射性废料和有毒物料的密封剂，被污染水的防水剂、污水处理剂、洗涤助剂等。

粘土矿物在多数地区可以方便找到。条件许可的情况下，可以购买粘土矿物的商业产品。膨润土改性法：酸处理/热处理、阳离子改性、钠化改性。

硅藻土改性法：酸处理/热处理、阳离子改性、无机/有机混合改性。

1) 酸处理/热处理

将膨润土、硅藻土磨碎至 60 目，按一定的固液比加入体积分数 $\varphi=5\%$ 的盐酸，在水浴上加热(60°C)1.5h，再于室温下放置过夜，用布氏漏斗抽滤，用水洗

至中性。

酸处理后的膨润土、硅藻土要进行干燥和焙烧,干燥处理是在 105℃下烘 1~1.5h,其作用是除去吸附水。干燥后再置于 400℃马弗炉焙烧 2h。

2) 阳离子改性膨润土、硅藻土的制备

室温下以固液比 1: 10 置膨润土、硅藻土原土于一定浓度(0.21mol/L),以镁盐计的铝盐/镁盐(摩尔比 4: 1)混合液中搅拌 2h,静置 4h 后抽滤,并用蒸馏水洗涤数次,80℃下烘干 1h,研细后过 80 目筛,即分别为阳离子硅藻土和阳离子膨润土。

3) 无机/有机混合改性

用铝盐/镁盐混合液进行阳离子改性,取代粘土表面及层间阳离子,再用脂肪铵阳离子覆盖。具体方法为:水 250mL,95%乙醇 250 mL,十六胺 0.002 mol,膨润土 10g 及盐酸 0.002 mol,在 75℃左右反应 16h 完成改性。过滤、干燥(80℃,1h)后即可得无机/有机混合改性吸附剂。

4) 膨润土的钠化改性

方法为:碳酸钠用量为 4%,矿浆浓度为 15%,搅拌时间 15min。

(2) 功能与用途

去除水中的重金属、有机污染物及部分病原微生物。适宜于分散式供水,也可以作为集中规模供水的吸附应急填料使用。

(3) 联系方式

单位名称: 中国水利水电科学研究院 邮编: 100044

联系人: 彭文启 吕烨

联系电话: 68781885 68786605

62. 灾区水源的预处理与取水技术

(1) 技术简介

1) 对于分散式供水和农村水井淤砂、井管错裂等,一般破坏程度相对较轻,可采用修复或清掏方式修复;

2) 分散式水井消毒,可采用直接消毒方法,每天向井水中投加漂白粉或漂白粉精。若水的浑浊度低,肉眼可见颗粒物少,可将漂白粉撒入水缸(桶)中搅拌混合溶解,静置 30 分钟;

3) 对相对静止水体,可在岸边挖砂滤池过滤或向砂滤缸投加明矾后进行预沉淀;

4) 在无人为污染的河段上游设置取水点,如取水码头或跳板,以获取离岸边较远的干净水;

5) 在有山泉和溪流的山区,可以疏通或新修导流渠和蓄水池,就地取水;

6) 采用潜水泵替代取水泵站的快速取水技术。适用于取水头部因地震造成引流渠或取水井堵塞,取水泵站不能抽水,但水输送管网及净水设施良好的情况。根据水量的需要,设置若干台潜水泵取水,并用塑料管引到原水输送渠道,可以快速恢复原水取水。为了防止水面漂浮物进入水泵,应给潜水泵加鼠笼护栏保护。取水点应尽量远离岸边,可使用浮漂方式将泵伸向河流中心地带取水,有条件的可设取水跳板深入河中取水。

(2) 功能与用途

适用于污染水源的预处理技术及分散取水技术。

(3) 联系方式

单位名称: 中国水利水电科学研究院 邮编: 100044

联系人: 杨继富 吕烨

联系电话: 68786528 68786605

63. 地表水源取水工程检查与修复方法

(1) 技术简介

地表水源取水工程,重点检查取水口岸坡、泵房、机电设备及取水和输水管道等设施的受损情况。

对取水口岸坡坍塌的,尽可能采用浆砌结构或混凝土结构修复;取水口(管)上缘,在最低水位时的淹没深度不得小于 0.5 米。对泵房破裂的,进行加固;

对机电设备,包括水泵、电机,在复核供水规模和压力的基础上,确定水泵的流量、扬程和所需配套电机功率。机电设备,应尽可能设置在室内。水泵及其进出水管,应有放空措施。

对水源水量、水位变化较大、影响取水的,要采取拦蓄措施;对水质污染的,要进行水质检测,并采取相应的保护措施和预处理措施。

(2) 功能与用途

用于受损地表水源取水工程的检查与修复。

(3) 联系方式

单位名称: 中国水利水电科学研究院 邮编: 100044

联系人: 杨继富 吕烨

联系电话: 68786528 68786605

64. 净水构筑物的快速化学灌浆补漏技术

(1) 技术简介

对于漏水较为严重的部位,它们的裂缝一般均是贯通性的,在堵漏处理上是比较困难的一种渗、漏,为此需要采取化学灌浆的办法进行堵漏。通过满水试验

确定渗、漏水的裂缝部位，对其进行处理：在漏水处凿出一道“V”型槽，用掺入速凝剂的水泥净浆埋设灌浆嘴，用聚合物水泥砂浆 PCCM 封缝；对混凝土基层面用钢丝刷清理浮灰，并用清水冲洗干净；在混凝土基层表面无浮水时，喷涂 5 毫米厚的 PCCM——聚合物水泥砂浆。对喷涂的聚合物养护 5 天后，用 LW 水溶性聚氨脂浆液进行化学灌浆，灌浆的压力一般为 0.3MPa。

(2) 功能与用途

因地震灾害造成水处理构筑物（混凝土）形成裂缝渗、漏的处理方法。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

65. 供水管网检漏技术

(1) 技术简介

利用听漏棒、检漏仪、相关仪、多点相关仪、巡管仪、噪声记录仪和巡视仪、钎探设备等检漏设备在管线上的暴露点处（阀门井、消火栓井、排气门井、检查井）采用音听法（一般先利用听漏棒对供水管线进行音听普查，发现可疑点后，再利用检漏仪和相关仪进行排查和准确定位）和自动检测法（利用噪声记录仪对一定范围内的多条供水管线进行自动监测，发现可疑点后，再利用检漏仪和相关仪进行排查和准确定位）找出漏点，及时修复。

(2) 功能与用途

准确找出管道漏水点，及时对管道破损处进行修复。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

66. 管道堵漏修复技术

(1) 技术简介

供水管道发生破坏后，抢修人员要根据管道的破损情况（孔洞、焊缝开裂、纵向或环向裂缝、管身破碎等）、管道材质（钢管、球墨铸铁管、普通铸铁管、预应力钢筋混凝土管、带钢套筒预应力钢筋混凝土管、聚乙烯管和聚氯乙烯管等）和影响范围，制定抢修方案和方法，利用各种抢修备用件和设备对被破坏的管道及时有序地进行修复。常用的抢修备用件有哈夫节（多用于相同或不同材质的金属管道）、伸缩接头（多用于金属管道或金属与塑料管道的连接处）、快速堵漏接

头（多用于塑料管道的漏水点修复）、转换口甲和转换口乙（多用于金属管道与预应力钢筋混凝土管道的接口处）、卡箍和卡盘（多用于漏水面积较小的小口径金属管道）等。

（2）功能与用途

利用管网修复技术及时对被破坏的管道进行修复。

（3）联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

67. 分散式取水设施修复方法

（1）技术简介

单户自备井设施，包括井、泵、供水管，根据受损程度确定修复或更新，并对水源水质进行检测；水源污染的要采取简易沉淀、砂过滤及消毒措施，而且要煮开饮用。

引泉设施，包括调蓄水池和引水管，根据受损程度确定修复或更新。

集雨设施，包括集雨场、水窖和引供水管道，根据受损程度确定修复或更新；水质较差时，采取简易沉淀、砂过滤及消毒措施。

（2）功能与用途

适用于自备井、引泉、集雨等取水设施的修复。

（3）联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

68. 高效饮用水消毒粉

（1）技术简介

包括单过硫酸氢钾饮用水消毒粉、三氯异氰尿酸消毒粉、二氧化氯消毒粉等，比传统的漂白粉等有效消毒成分含量高、废渣少、副产物少、运输和使用方便。无需用电，可在井内、窖藏水、水池中、供水管中、水桶中直接投加，用于水源水、饮用水、其他生活用水消毒。但上述消毒粉均为外用消毒剂，不得口服，对金属有腐蚀性，应在避光、阴凉、干燥处保存，置于儿童不能触及处，有效期一般为 24 个月。

单过硫酸氢钾饮用水消毒粉：对饮用水消毒时，根据水质状况，按每立方米水加 0.5 克左右投加，15 分钟后即可使用。

三氯异氰尿酸消毒剂：对饮用水消毒时，根据水质状况，按每立方水加 2.0 克左右投加，30 分钟后即可使用。

二氧化氯消毒粉：对饮用水的消毒时，根据水质状况，按每立方水加 1.5 克左右投加，30 分钟后即可使用。

(2) 功能与用途

适用于分散用户的饮用水消毒。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

69. 超滤膜净水装置

(1) 技术简介

该装置的核心处理装置为超滤膜，可以有效去除水中的病原菌和病毒，可以省去后续的消毒装置而直接饮用。可用于处理灾区当地可能出现的浊度较高，病原微生物较多的地表水水源，该设备的出水水质好，过滤精度高，悬浮物、胶体、微生物、杂质的去除率可以达到 99.9%。该设备采用 PLC 控制，自动化程度高，或气压罐结合压力开关实现恒压供水。每个膜组件的产水能力为 $1\text{m}^3/\text{小时}$ ，可根据用水量选择膜组件个数。

(2) 功能与用途

用于集中安置点饮用水供应，可处理灾区的受污染水源，出水可直接饮用。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

70. 高浊度水的一体化净化设备

(1) 技术简介

此设备包括干粉投加设备和净化设备，可以将泥石流等产生的高浊度水处理为浊度较低的清水。经过多介质过滤器、活性炭过滤器及消毒设备后，出水可以达到居民生活用水的标准。设备型号比较齐全，处理效率高，重量轻、体积小、运输方便。

(2) 功能与用途

适用于地震灾害后产生的高浊度水水质条件，可以有效地解决灾难发生时或灾后重建过程中居民所需生活饮用水。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

五、灌溉排水设施修复技术

71、潜水电泵应急排水技术

(1) 技术简介

潜水电泵是机电一体化高科技产品，具有不怕水淹、快速拆除和安装等机动性好的优点，能够应付水位猛涨、泵房淹没等各种突发事件。与常规泵站相比，潜水电泵站在低洼易涝地区的优势更加明显。同时，还有潜水排污泵和排沙泵等多种泵型，可及时清除排水河道淤积。

主要特点：水泵机组可以在水下运行，即使泵站被水淹没，只要电机不超载，水泵能在稳定区工作潜水电泵随时可投入运行；小型潜水电泵机组，安装拆卸方便，有的只需 1 小时就可以安装或拆卸完毕，对应急排水十分有利；投资少，土建投资比常规泵站节省 30%~50%。

(2) 功能与用途

用于农田和村庄应急排水。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

72. 排水沟清淤技术

(1) 技术简介

灌排渠道清淤，可视断面大小和淤积量多少采用机械清淤或人工清淤。通常断面较大、淤积量较多的渠沟宜选用机械清淤，辅以人工整修；断面较小、淤积量较少的渠沟采用人工清淤。无论是机械清淤还是人工清淤均以恢复原断面及纵比降为标准。

骨干排水渠严重淤积时，因沟深和断面均较大，在用人工清淤的情况下，若受地下水的影响而不易清淤时，应先挖龙沟，排除沟内积水和龙沟两侧的地下水，再清除两侧淤土而且应边加深龙沟、边排水、边清淤，逐步达到原设计断面的要求。采用挖泥机械清淤，不受沟内有水或无水的限制。清出的淤土应置于岸边 1-2cm 以外，最好用于填充田内洼坑和冲沟等达到平田整地。

(2) 功能与用途

适用于灾区乡村和灌排渠道疏通，提高排水能力。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

73. 排水沟塌坡的修复与防治

(1) 技术简介

由于排水沟塌坡的主要原因在于排水沟的土质和断面构造，据此提出以下修复与防治措施：

1) 根据不同土质合理确定排水沟的边坡系数。据有关资料给定的最小边坡系数经验值如下表所示。

不同土质排水沟的最小边坡系数

| 沟深 (m) | <1.5 | 1.5~3 | 3~4 | 4~5 |
|---------|------|---------|---------|-------|
| 粘土、重壤土 | 1.0 | 1.2~1.5 | 1.5~2.0 | > 2.0 |
| 中壤土 | 1.5 | 2.0~2.5 | 2.5~3.0 | > 3.0 |
| 轻壤土、砂壤土 | 2.0 | 2.5~3.0 | 3.0~4.0 | > 4.0 |
| 砂土 | 2.5 | 3.0~4.0 | 4.0~5.0 | > 5.0 |

*注 沟深大于 5m，且土质复杂时，边坡系数应通过试验确定。

2) 采用复式断面。骨干排水沟或深度大于 4m 的排水沟，应视土质组合情况采用复式断面，可减轻下部沟坡的土压力，以利边坡稳定。

3) 采用植物固坡措施。植物固坡除根系有利于固结边坡外，尚可增强坡面抗风浪和抗雨水冲蚀的能力，促使边坡稳定。

4) 换填粘土的修复措施。将坡面易塌坡的土层换填为块状粘土，换填厚度宜大于 40cm，且应沿沟底逐渐增加厚度，与轻(砂)质土的接触面也宜呈台阶状齿形交接，换土后还应踏实或轻度夯打。要保证地下水能从块状粘土的缝隙中流出。该项措施宜在低地下水位时施工。

5) 暗管排水减压措施。在沟坡的适当部位，如复式断面的平台靠沟外侧部位，埋设排水暗管，其管体应在正常沟水位以上，一般每 50m 设排水出口入沟。可降低坡面地下水位，减轻渗透压力。但沟底坡脚为轻(砂)质土时，仍难免发生滑塌。

(2) 功能与用途

适用于灾区乡村和灌排渠道修复。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：68786528 68786605

74. 灌排管网检修技术

(1) 技术简介

近年来，随着节水灌溉技术的普及，喷灌、低压管道输水及暗管排水技术得到普及和推广。因震灾和洪涝破坏，亦应进行检修。

首先进行地面管道冲毁断裂部位两端的清淤处理，确保管路畅通后再进行换接作业。考虑地下管网的水毁情况主要有冲毁、沉陷、破裂和淤堵等，其检修复建措施如下：

1) 冲毁段的修复。首先进行冲毁段两端管内的清淤，可采用掏挖、通捣、冲洗等疏通措施。淤堵严重难以疏通时应更换，然后清理冲坑内的积水、杂物和淤泥，分层填充新土并夯实。做好基底处理后，再按原设计要求将管道修复并复土掩埋。

2) 沉陷断裂处理。沿管路检查时，对有地面沉陷坑的地方应予以注意，该现象很可能是基土沉陷或管道破裂所造成。若沉陷坑较小时，一般填平即可，但根据经验判断可能危及管道时，应和沉陷坑较大的情况同样对待，进行开挖检查。

3) 管道淤堵处理。管道淤堵通常发生在进水口和出水口的地方。首先应对进、出口设施或建筑物进行清淤，将管口显露出来后再进行管道的掏挖清理。若不能疏通时，再采用通捣和冲洗措施。为了防止造成下游管段发生新的淤堵，应在淤堵处下游的适当部位，将管道挖开一个缺口，使通捣和冲洗的泥土排出管外。

灌排管网全部检修复建工作完成以后，应进行通水检查，既可清洗全部管道，又可对出现的问题进行有针对性的处理工作，以保证其正常运行。

(2) 功能与用途

适用于灌区喷灌、低压管道输水及暗管排水系统的修复。

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：杨继富 吕烨

联系电话：010-68786528 68786605

75. 涵洞（管）断裂的加固及修复措施

(1) 技术简介

a. 涵洞地基加固。地基加固的方法应按地质条件和涵洞断裂的位置而定。

当断裂发生在涵洞（管）口附近，且坝（堤）身不很高，可直接开挖坝（堤）身或岸坡进行处理。对于软基，应先拆除破坏部分的涵洞（管），然后清除基础部分的表土、松土和淤泥，直至开挖到坚实土层。均匀夯打后，再用浆砌石或混凝土回填密实。对于岩石基础软弱地带的加固，主要是在岩石裂隙中进充填灌浆或固结灌浆。如为断层带，需开挖回填混凝土。当断裂发生在涵洞中部，且坝（堤）身比较高，全部开挖处理有困难，而洞径又较大时，可在洞内进行灌浆处理。灌浆前要将断裂处用混凝土、钢筋混凝土或钢环封闭好。

b. 涵洞进出口翼墙加固和改造。翼墙的形式尽可能做成扭曲面渐变段，其长度应大于渠道设计水面宽度的 1.5~2.0 倍，翼墙基础应深入到地基 0.5m，材料可用浆砌块石，并做好翼墙与涵洞的连接。

c. 补设必要的伸缩缝。对于原来伸缩缝的设置不能满足工程要求的涵洞，可选取现有较大的贯穿性（横向）裂缝，沿裂缝处开凿 5cm 左右的环形缝，直至基底，并截断其间钢筋，在内壁设置可靠止水，如采用 PT 胶泥，PU2 弹性材料填塞，以及表面用环氧树脂粘贴橡胶封闭等。在外壁，为确保工程安全，也可加设钢筋混凝土套管，并设置允许相对变位的垫层，使之沿纵向可以自由伸缩，防止温度变化产生新的裂缝。

d. 洞身设置沉陷缝。在洞身受力不均匀处，或地基沉陷相差较大处，应设置沉陷缝。止水结构一般用止水片和多层油毡组成。止水片最好是采用紫铜片，也可采用塑料止水片、铝片等。

e. 涵洞内衬砌补强处理。当材料强度不够，涵洞内产生裂缝或断裂时，可采用补强进行处理。常用的方法有：采用钢管、钢筋混凝土管、钢网水泥管等制成的成品管，与原洞壁间充填水泥砂浆或填骨料灌浆而成；在洞内采用现浇混凝土、浆砌块石、浆砌混凝土预制块，或支架钢丝网喷水泥砂浆等方法衬砌无论采用何种方法，都必须使新老管壁结合良好。

（2）功能与用途：用于灌区涵洞（管）修复

（3）联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：高占义、吕烨

联系电话：010-68786583 68786605

76. 倒虹吸管的修复

（1）技术简介

a. 滑坡治理

倒虹吸管斜坡段管断裂或被拉脱节等破坏是由于斜坡段失稳或滑坡所致。处理滑坡体应视实际情况而定。对于表层滑动体，因土体体积较小，可进行人工清

除，而后用混凝土或浆砌石护坡，并做好表面排水。对于深层滑动体，因体积较大，不宜清挖，一般用搞滑桩与表面护坡排水相结合的办法。桩材采用钢筋混凝土桩较为经济适用，桩的打入方向应尽量垂直滑动面。

b. 管身裂缝修补

裂缝的直接危害是漏水和导致钢筋锈蚀，因此，必须采取修补措施，封堵裂缝达到止漏防锈目的。对于不同物征的裂缝，应采取以下不同的处理措施。

①纵向裂缝。纵向裂缝是倒虹吸发生最多的裂缝，它影响管的强度和安全。处理措施有：1. 缝宽在 0.05mm 下的裂缝，可以不做任何处理而照常使用。2. 缝宽 0.05~0.1mm 的裂缝，只需做简单的防渗处理即可，一般在管内部裂缝处喷涂一层涂料（由粘接剂、稀释剂、溶剂、填料等数种原材料或其中一部分混合而成）。3. 缝宽 0.1~0.2mm 的裂缝，可以在内管壁裂缝处要用表面覆盖修补，常用弹性环氧砂浆（其配方见表 2）涂抹裂缝表面。4. 缝宽在 0.2~0.5mm 的裂缝，较好的防渗修补办法是在管内侧使用弹性环氧砂浆粘贴橡皮，并同时做好隔温处理。5. 缝宽在 0.5mm 以上的裂缝，如果裂缝处钢筋锈蚀并不十分严重，进行除锈处理后，可继续使用；如果钢筋锈蚀严重，已不能满足强度要求，则应更换管段。

表 2 弹性环氧砂浆材料及配方比

| 组成材料 | | 比例 | 备注 |
|-----------|----------|-----|-----------|
| #618 环氧树脂 | | 100 | 主剂 |
| 聚硫橡胶 | | 20 | 增强剂 |
| 固化剂 | MA | 15 | 潮湿水下环氧固化剂 |
| | 或 CJ-915 | | 柔性固化剂 |
| 石英粉 | | | 填料 |
| 砂 | | | 细骨粉 |

② 环向裂缝。由于伸缩变形受到约束引起的拉裂缝，也常用弹性材料进行防渗修补。其修补方法与纵向裂缝相同。

③ 其他裂缝。由滑坡、镇墩或支座沉陷引起的裂缝，属于结构性的荷载裂缝，在对地基或镇墩等进行必要处理后，对裂缝用刚性材料修补，达到防漏、防锈。常用的修补材料有环氧砂浆、钢丝网。

对严重的应力裂缝及管身断裂，如管身裂缝宽度大，管周围分布条数多，且钢筋锈蚀较为严重时，宜换管；如钢筋锈蚀不甚严重，则可采用全面加固方法，继续使用。全面加固方法有内衬钢板和内衬钢网水泥喷浆层两种。内衬钢板厚度为 4~6mm，内衬钢网水泥喷浆层（限制最小）厚度为 3~5cm。全面加固方法要在核

算并满足过流能力及施工要求的前提下，方可采用。

(2) 功能与用途：用于灌区倒虹吸管修复

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：高占义、吕烨

联系电话：010-68786583 68786605

77. 渡槽的修复

(1) 技术简介

a. 槽身裂缝修补

渡槽裂缝实质上是其强度不足，因而需通过提高结构强度或降低结构应力加以解决。提高结构强度的措施有：对于薄壳渡槽补强，采用外环氧玻璃钢进行表层包覆；对于支承结构及基础，还可以采用外包普通钢筋混凝土的方法。降低结构应力措施有：增设单排架、腿刚架、斜拉支撑等补强加固，可使槽身变成多跨连续梁，从而减小槽壁拉应力，防止裂缝继续发展。

b. 渗漏的处理

如槽身因裂缝而漏水，可通过对槽身补强解决；如由于止水拉裂或老损引起漏水，可对止水进行处理（例如采用湖北引进的新型止水材料——聚氨脂弹性密封膏嵌缝，解决渡槽伸缩缝止水问题）。对于双（或单）悬臂式渡槽，如止水拉裂，采用上述方法处理效果不佳时，可结合槽身补强，在悬臂端设单排架，使其成为连续梁结构，然后再进行止水处理。

c. 槽墩加固

当槽墩基底承载能力不够时，可采用扩大基础的方法加固，当槽墩由于基础沉陷而需要恢复原位时，可采用加宽基础，用若干油压千斤顶将支墩顶回原位的方法处理，当山洪冲刷基础，使基底局部淘空，支承结构及槽身倾斜时，可采用钢缆牵引，也可设斜支撑帮助钢缆，使结构复位；当槽墩发生沉陷而使槽身曲折时，可先在槽墩上放置油压千斤顶，将渡槽槽身顶起，待其恢复原位后，再用混凝土填充空隙，支撑渡槽槽身。

d. 墩、台基础变形的处理

基础不均匀沉降变形，导致槽身间出现错位、支墩倾斜，除前述支墩复位方法外，还可采用钢丝绳牵引法及地基应力解除法纠偏。当设置在填方基础上的进出口（连接段）发生渗透沉降变开时，需要对连接段进行处理：清除不合要求的填土，重新回填，使填土密实性达到设计要求，并做好防渗、导渗、排水设施。如果进出口破坏很严重，也可考虑增加槽身长度，使进出口连接段座落在挖方基础上。

(2) 功能与用途：用于灌区渡槽修复

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：高占义、吕烨

联系电话：010-68786583 68786605

78. 跌水、陡坡的修复

(1) 技术简介

a. 裂缝处理

混凝土结构裂缝的修复，可参照 108 条进行。浆砌石结构裂缝的修复有以下几种措施。

① 勾缝填塞。对于一般表层浅缝，可沿缝凿开、洗刷干净，露出砌石面，然后在缝内刷一层水灰比为 $0.45 \sim 0.5$ 的水泥浆，再以水灰比为 $0.5 \sim 0.55$ 的 1:1 砂浆填塞压实，表面抹光。

② 重砌或填缝。对于裂缝较宽且已贯穿砌体的情况，先拆除缝口边的损伤砌体，冲刷干净后，再重砌平整。重砌与原砌体间的空隙，可用骨料埋管灌浆处理。

③ 综合措施。对于严重漏水，会危及建筑物安全的裂缝，修复时除防渗堵漏处，还要对结构进行加固。如在浆砌侧墙外加砌浆砌石加固体。

b. 渗漏处理

① 环氧材料涂抹。首先将砌体沿缝凿成深约 2cm, 宽 $5 \sim 8$ cm 的槽，刷洗干净后风干，涂环氧基液一层，再涂厚 $1 \sim 2$ cm 的砂浆。砂浆涂抹完毕，可用加热铁抹光，然后涂一层环氧基液保护。

② 麻丝填塞。对个别漏水的砌缝，可采用沥青麻丝填塞，再用水泥砂浆勾缝堵漏。

③ 灌浆与涂抹相结合。当背水面发生砌缝漏水及砌体表面湿润时，可采用在临水面砌缝灌注水泥砂浆，在砌石表面涂抹水泥砂浆相结合的办法堵漏。

(2) 功能与用途：用于灌区跌水、陡坡修复

(3) 联系方式

单位名称：中国水利水电科学研究院 邮编：100044

联系人：高占义、吕烨

联系电话：010-68786583 68786605

六、其他

79. 地震情况下大坝下游撤退、转移、安置技术

(1) 技术简介

根据地震对大坝工程危害（主要内容：裂缝、滑坡、渗漏）检查以及专家组的地震危害性评估，判断是否需要进行大坝下游群众的应急撤退、转移。主要有以下方面：

- 1) 突发事件危险性快速评估技术；
- 2) 确定大坝下游受灾范围，制定大坝下游洪水风险图，定量、定性地评估生命损失、经济损失、社会与环境影响；
- 3) 与各级突发事件应急预案的衔接、协调技术；
- 4) 大坝突发事件的应急指挥体系建立、运作、协调及应急保障技术；
- 5) 大坝下游群众的应急撤退、转移、安置的实际操作技术。

(2) 功能与用途

在水库大坝工程遭遇地震情况下，启动大坝突发事件应急预案，成立应急指挥部，根据工程实际以及危险状况，由指挥长直接或专家组会商确定是否对大坝下游群众进行撤退、转移、安置，最大程度减少工程破坏对大坝下游的影响（生命损失、经济损失以及社会与环境影响），保障大坝及下游安全。

(3) 联系方式

单位名称：水利部大坝安全管理中心

联系地址：南京市广州路 223 号 邮编：210029

联系人：戴济群 盛金保

联系电话：025-85828128 85828189

80. 渡槽与桥梁结构地震破坏振动试验技术

(1) 技术简介

1) 现场模态试验。通过样本平均，在对环境激励信号进行合理假设基础上，采用响应功率谱代替频响函数，由工作挠度曲线近似替代系统位移模态振型。在峰值拾取法的基础上，采用多点移动测试法。现场需对采样频率、放大倍数等方面进行预试验，并选进行测试系统的优化配置。现场试验结束后，进行分析处理，获得模态参数。

2) 数值计算分析。根据提供的工程原设计资料、施工记录、原有试验资料、维修加固资料、地震前运营期间情况说明等，建立数学模型，计算分析地震前结构状况。

3) 分析对比。将试验与计算结果对比分析，定性或半定量地识别结构整体破坏程度。

(2) 功能与用途

开展现场模态试验，并根据原设计资料进行数值计算分析，将试验与计算结果对比分析，定性或半定量地识别结构整体破坏程度，为灾后重建提供相关技术数据。

(3) 联系方式

单位名称：南京水利科学研究院、水利部基本建设工程质量检测中心

联系地址：南京市广州路 223 号 邮编：210029

联系人：戴济群 陆采荣

联系电话：025-85828128 85829603

81. 混凝土桥梁结构 SRAP 快速评估修复与加固技术

(1) 技术简介

AP 工艺与普通混凝土结合后具有良好的温度变形和电化学相容性，解决了目前加固相容性不足问题；可保证修补砂浆与预应力钢丝密切结合，克服了工程中常见的存在局部不密实区问题；可人为控制 SRAP 与老混凝土分担荷载比例，受力合理，提高结构的原有承载力 30%；加固材料无毒害，尤其适用水工建筑物。

(2) 功能与用途

进行地震灾后桥梁结构的评估修复与加固。

(3) 技术来源

单位名称：南京水利科学研究院

联系地址：南京市广州路 223 号，邮编：210029

联系人：戴济群 陆采荣

联系电话：025-85828128 85829603

82. 农村小水电站、变电站安全检测及评价技术

(1) 技术简介

采用 WGT-2000 型电厂综合测试和仿真及状态监测系统、S40 继电保护测试系统、6100 数字超声波探伤仪、DH3816 静态信号数据采集系统、高压电气检测装置等先进设备对地震灾害后小水电站的水工建筑物、金属结构、机电设备及 35KV 以下农村变电站设备进行检测，并通过安全评估系统软件进行分析，排查安全隐患，防止灾害扩大，指导修复，尽快恢复生产。

(2) 功能与用途

5 万 kW 以下农村水电站和 35kV 以下农村变电站安全检测和评价，指导修复，尽快恢复生产。

(3) 技术来源

单位名称：水利部农村电气化研究所

联系地址：杭州市学院路 122 号 邮编 310012

联系人：徐锦才 董大富

联系电话：0579-56729104 13336055001 0579-56729264

83. 灾区巨型障碍物清除精细爆破技术

(1) 技术简介

通过定量化的爆破设计和精心的爆破施工，进行炸药爆炸能量释放与介质破碎、抛掷等过程的精密控制，既达到预定的爆破效果，又实现爆破有害效应的有效控制，最终实现安全可靠、绿色环保及经济合理的爆破作业。

精细爆破清障技术，通过少量炸药，简易手风钻钻孔，甚至是小药量裸露药包爆破，迅速破碎影响救援和重建的障碍物。

(2) 功能与用途

可用于地震灾害后的道路巨型障碍物清除、山体滑坡后的巨石或石方破碎、坍塌建筑物的清理等。精细爆破技术不需要大型设备，在人工无法清理及缺乏大型设备的情况下，通过精细爆破法破碎后处理，可以达到快速的灾后重建效果。

(3) 联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：刘美山 李昊洁

联系电话：027-82829686 027-82829732

84. 灾情遥感监测评估与灾情地理信息管理技术

(1) 技术简介

高分辨遥感监测可为抗灾减灾提供灾区灾情总体及局部灾情图视化信息。灾情信息主要通过地震前后遥感解译，结合相应地区地理信息，分析灾情地点、范围及致灾程度等信息。高分辨卫星遥感可监测地表 10 米以上地物的位置，现状，可用于可监测灾区的山体滑坡、泥石流、堰塞湖等灾情状况，可监测水库及其大坝、道路桥梁、城镇、村庄等建筑物设施。

灾情地理信息管理技术

灾区管理首要的是获取灾区信息。利用 GIS、RS 等现代地理信息技术，结合灾区基础地理信息资源，可建立灾区灾情时空信息管理与分析平台，不仅可分析灾情特征、强度等地理分布、灾情的时空变化，而且可进行抗灾人员、物资、任务等组织管理。

灾情地理信息管理技术一方面支撑抗灾减灾指挥，另一方面为社会了解灾情

提供信息窗口。

(2) 功能与用途

灾区灾情遥感解译信息可为抗灾、救灾、灾区恢复重建提供决策与管理信息。可重点进行地震灾区评估与堰塞湖状况分析。

(3) 联系方式

单位名称：河海大学

联系地址：江苏省南京市西康路 1 号 邮编：210098

联系人：赵 坚 刘平雷

联系电话：025-83786322 83786331

85. 地震灾区三维地形景观复建及重现技术

(1) 技术简介

收集地震发生前灾区的高精度基础地理信息，包括地形数据、影像数据及其他相关环境数据。利用航空摄影及卫星遥感等手段采集地震灾害后灾区的高精度基础地理信息，利用数字摄影测量技术制作灾区高精度数字正射影像（DOM）、数字高程模型（DEM）、数字线划图等基础地理数据。利用以上数据，运用计算机三维视景仿真技术和虚拟现实技术，在计算机中构造一个基于真实基础地理数据的灾区灾前灾后的三维虚拟场景，真实重现灾区的三维地形地貌变化情况，支持任意场景漫游、基础地理数据查询、空间分析等功能，并可结合抗震救灾和灾后重建的实际需求，进行专门软件开发，为救灾和重建过程中的科学决策提供支持。

(2) 功能与用途

对比、了解灾区地震前后的地形、地貌变化情况，具体分析地形与地貌变化空间特征，为灾害过程中的救援、损失评估、灾后重建提供决策支持。

(3) 联系方式

单位名称：长江水利委员会长江科学院

联系地址：武汉黄浦大街 23 号 邮编：430010

联系人：谭德宝 李昊洁

联系电话：027-82820076 027-82829732