

工程建设中排水的环境效应^①

汪东云

(建筑工程系)

摘 要 本文对工程建设中普遍采取的排水措施所产生的各种环境效应进行了论证。根据不同原则对工程排水类型进行了分类,从环境物理效应、环境化学效应、环境生物效应三个方面阐述了工程排水对环境造成的不良后果,提出预测评价的原则和措施,论证了工程建设兴利除害、保护环境的必要性。

关键词 工程排水,地质环境,环境效应

人类自原始社会出现到当今空前繁荣的时代,伴随人类创造物质财富和精神文明的整个社会发展进程,各类工程建筑物几乎是与之同步的从无到有、从小到大,从简到繁的发展起来,无论是大型水利枢纽,铁路、公路、桥涵、隧道,工业与民用建筑,矿山建设,城市供水,农田水利,土地开发等等,所有工程构筑物的兴建和运用,其主要目的是为人类造福。实践证明,规模空前的人类工程活动已成为改造自然环境、首先是改造地质环境的强大动力,所谓改造均毫无例外的包含着积极的和不良的两个相反方向的结果。所以,从某种意义上来说,人类工程活动也是破坏天然生态平衡,恶化环境的强大动力。

各类建筑工程在修建和使用过程中,为消除地表水和地下水对工程施工、岩土工程性能及场地安全稳定性的影响,常常要采取排水措施,对某些工程,例如矿山建设,排水则是最重要的工作。现以排水这种工程活动所产生的环境效应为例,来论证上述观点。

1 工程排水类型及其对环境的作用特点

1.1 根据不同原则对工程排水类型的分类

工程排水主要是指对影响工程建筑物施工、正常运用的地表水体、地面径流、地下径流采取截断、引走、减少渗入量、抽排地下水、降低地下水位等措施以消除水的危害作用。对于开采利用地下水作为人类工农业生产、生活饮用水源的供水工程也可视为一种特殊的人为排水活动。

根据不同类型的建筑物特点和要求,可采取不同类型的排水方法和措施。笔者根据不同原则对排水类型进行划分,以利于研究不同类型排水活动对环境的作用方向和机理。

1.1.1 按排水的目的分类

1) 施工排水:各类建筑物修建过程中为保证优质快速、正常安全的施工而进行的排水。

^①本文1989年9月20日收到。

2) 防护排水: 各类建筑物运用期间为长期维护工程安全性和毗邻地带正常发展而进行的排水。

3) 改良排水: 为改造岩土体工程性能以提高其力学强度和工程适应性而进行的排水。

4) 开采排水: 将地下水作为一种特殊矿产开采利用(如供水水源、提取工业原料、开发地热等)而进行的排水, 从水文地质观点则称为开采抽水。

1.1.2 按排水的时间分类

- 1) 短期性排水: 排水时间与整个建筑物使用期相比是很短暂的, 多属一次性排水。
- 2) 周期性排水: 在每年的雨季、汛期、地下水高水位期排水。
- 3) 长期性排水: 从建筑物施工到整个使用期间均需排水。

1.1.3 按排水的范围分类

- 1) 局部性排水: 影响范围仅数平方公里或更小。
- 2) 区域性排水: 影响范围可波及数百平方公里甚至更大。

1.1.4 按排水的深度分类

- 1) 地表排水: 针对地表水体(河湖库池)及地面径流进行的排水。
- 2) 浅层排水: 排水影响深度一般小于100米。
- 3) 深层排水: 排水影响深度从数百米至上千米。

1.2 工程排水对环境的作用特点

排水是人为改造地质环境的重要工程活动形式, 它对环境的作用特点表现为范围广、深度大、时间长, 且同时导致地质环境基本组份的各种变化。

1.2.1 排水活动在地域分布上的普遍性

在地壳表层兴建的各类建筑物都或多或少、或长或短的需要进行排水, 人类为了生存亦广泛采用地表水地下水作为饮用、生产用、农用水源, 被称之为与城市“共存亡”的供水工程长期不间断的在大区域内抽排大量水体, 因此, 在人类生产——社会——经济活动范围内, 排水这种工程活动形式具有广泛性和长期性。

1.2.2 排水活动影响深度与人类工程活动的下限一致。

人类工程活动深度的下限, 目前可按矿产采掘深度来计算。苏联建成矿井最深达1100米至1300米, 比利时采煤深度达1415米, 非洲南部金矿床开采深度达3950米, 在此范围内进行生产活动, 都要配合排水工作。

1.2.3 排水活动既为人类造福又为人类添忧

工程排水活动和人类从事的若干生产实践活动一样, 随着科学技术不断发展, 其规模和影响愈来愈大, 它不仅为人类创造了财富, 也在一定程度上破坏了天然的环境结构, 导致地质环境基本组份——岩石圈、水圈、大气圈相互关系的各种变化, 导致生态环境质量的恶化。当今环境的污染和破坏, 是由千差万别的自然过程和错综复杂的人类活动交织在一起共同作用造成的, 从而引起环境系统结构和功能性变化。排水活动的环境效应, 只是人为活动引起环境质量变化和生态变异的因素之一。

2 工程排水的环境物理效应

大范围内的长期排水导致地壳表层和深部地质环境发生极大的、常具有不良后果的变化。所谓环境物理效应主要表现为岩层疏干后引起其物理力学状态和应力状态变化, 招致地面塌陷、地面沉降和诱发地震活动, 直接和间接危及地面建筑物和地下设施的安全。

2.1 地面变形破坏

2.1.1 地面塌陷

在隐伏岩溶区, 由于供水、施工和采矿活动, 大量抽排地下水, 引起地下水位大幅度下降, 天然水动力平衡遭受破坏, 人为潜蚀——岩溶作用不断增强, 上覆土层形成土洞, 形成地面塌陷。随着排水量的增加, 降深增大, 排水时间延长, 地面塌陷的数量增多, 规模和范围不断扩大。

例如, 广东凡口铅锌矿区, 自1965年到1979年将近15年间, 因采矿疏干排水在地下水位下降漏斗范围内出现地面塌陷总数1629个。湖南恩口煤矿, 自1973—1979年间, 因井下疏干排水, 六年间导致地面塌陷总计4500多处。

苏联乌拉尔某铝土矿床, 因排水造成水位大大降低, 致使潜蚀—岩溶作用重新强烈发展。由于地下水的侵蚀冲刷作用, 使降落漏斗区(约500—600平方公里)地表上暴露出近1000个古岩溶漏斗, 大气降水吸收模数从20增至 $45\text{米}^3/\text{时}$, 大大提高了地表水渗水量, 增大矿床涌水量及排水量, 造成恶性循环。

地面塌陷造成塌陷区及毗邻地带建筑物开裂、倒塌, 公路、铁路、供水工程破坏, 农田受损。对矿区造成地下坑道破坏, 井筒变形, 地下管道、矿井交通线变形, 涌砂填埋矿井等。同时, 因塌陷区内岩层破碎, 更有利于降雨、地表水渗入, 增大矿坑涌水量, 降低排水效果, 提高开采成本。

2.1.2 地面沉降、开裂

松散岩层分布区因大量抽排地下水发生地面沉降, 进而出现地面开裂、地裂缝, 这种后果已在世界上若干国家和城市出现, 我国的情况亦很普遍和严重。在连续抽排地下水的状况下, 疏干土层中浮托反压力消除, 有效应力增加产生次生固结作用导致土层压密而引起地面沉降。其后果引起地面及地下建筑物开裂和破坏, 码头沉降, 潮水上岸, 桥墩下沉, 深井井管断裂等, 对市政建设造成极大危害。

2.2 地区稳定性破坏

2.2.1 排水诱发地震

因大量排水改变了地下水动力循环作用特点以至引起构造应力场变化, 导致某些特殊部位的软弱结构面发生错位和岩层破裂, 因而诱发地震的事例在我国亦有发生。如湖南连邵煤田在岩溶发育的煤矿区大量排水(排水量达 $2437\text{米}^3/\text{时}$), 影响范围长达20公里, 引起一系列地震, 震级1.2—4.4级, 仅1974年因矿山疏干岩溶地下水位急剧下降数百米, 先后发生16次有感地震, 构成了小震群, 震中密集在抽水影响范围内。湖南水口山鸭公塘矿区1966—1968年抽水疏干过程中共发生有感地震590次。

2.2.2 边坡变形破坏

目前, 某些国家露天采矿场深度已达300余米。在强烈抽排水影响下, 高边坡岩层沿构造破碎带和充水断裂带产生滑坡作用, 造成露天采矿场梯段及交通线变形, 设施破坏。

地下采掘和深基坑大降深疏干排水由于地下水位急剧下降造成的动水压力作用, 也可

能导致降落漏斗范围处于极限平衡状态的斜坡或边坡失稳破坏。

3 工程排水的环境化学效应

在抽排水影响下,地表水地下水水动力循环条件改变,急剧的水位下降改变了岩体含水状况及化学平衡,排出水体的四处流失,地下水与岩土体、矿产之间的水文地球化学作用,都对环境产生一定的化学效应。

3.1 地表水体和地下水的直接污染

1) 成份复杂(常常含有毒成份)的矿坑水排放不当,引起地表水体和地下水污染,危及动植物生长及人体健康。地下水中某些化学污染物不氧化、不破坏、不吸附,但可以在长距离内转移(如酚),其影响更大。

2) 沿海地区强烈排水当地下水位过大下降,造成海水入侵,污染含水层,水质变坏。

3) 咸、淡水层因排水产生越流互补,在垂向地层剖面上相互渗透混合,使淡水层污染。

4) 强烈抽排地下水使地下水硬度升高。如北京西南郊某些地区,近20年地下水硬度升高10度左右。其原因是需氧有机物和酸、碱、盐等污染物在特定的水文地质条件、水文地球化学条件、人为因素综合作用下形成的。其后果是增加了水处理费用,北京市每年仅用在工业锅炉除垢一项即耗资上亿元。

3.2 天然水文地球化学作用的人为改变导致水质恶化。

在没有任何外界污染条件的情况下,仅仅由于水文地球化学作用的人为改变也能导致水质恶化。

1) 形成具有高侵蚀性的酸性矿坑水。含硫矿物较多的各类矿床分布区,由于硫化矿物在采矿和天然因素影响下易发生氧化,矿区地下水中硫酸根离子含量增高,形成酸性矿坑水。

2) 人为包气带内地球化学作用强烈发展导致水质恶化。矿床开采排水造成含水层大幅度疏干,导致巨厚的(数百米)人为包气带的出现和不断加深,此带内不同成份的金属矿物氧化作用强烈发展,其后果是引起矿坑水总矿化度升高,金属元素含量异常(铁、铜、锌、铅等),硫酸根离子含量增高,矿坑水PH值改变由碱性水转变为酸性水,有时钙镁离子含量增高,使水的硬度增大。

3.3 污染水体排放对环境的破坏

因强烈排水导致水质污染,抽排到地面的污染水体四处排放又恶化了环境。

1) 从地下抽排出的大量咸水如何处置是个难题,排放不当造成土壤盐渍化。

2) 酸性矿坑水任意排放或作为农灌水源,造成土壤酸化,降低土壤肥力,对金属管材、砼、建筑物等发生侵蚀作用。

3) 酸性矿坑水强烈侵蚀腐蚀井下设施及管材,常迫使不断更换设备大大增加采矿成本。

4) 因大量抽排地下水,在隧道、涵洞、深井筒内施工时常发生地下缺氧空气引起的

死亡事故, 缺氧空气喷出地面亦造成人员伤亡, 其原因是疏干地层中含水部位被空气取代, 该空间属极强烈还原环境, 在抽水时水与气均衡调节过程中发生一系列消耗氧气的化学作用, 致使疏干地层内空气含氧量极低, 在地下或喷出地面均带来严重后果。

4 工程排水的环境生物效应

大量排水对地质环境的破坏, 亦导致生物圈天然的生物地球化学结构、热力结构和生态结构的变化, 出现不良的生态系统变异后果。

4.1 动植物界赖以生存的水资源天然平衡状态破坏。

导致全球性和地区性水资源天然动态失调和水量枯竭、水质恶化的因素是多种多样的, 工程排水只是其中之一。由于水资源的重新分布, 直接和间接影响了气候、土壤、水土平衡、动植物生长发育和人类健康, 同时也影响城市建设和工农业发展。

大量排水对水资源分布和开采利用的影响表现在以下方面:

1) 区域性地下水位下降, 地表水地下水天然联系破坏, 地区水均衡结构和地下水动态特征发生变化。

2) 排水可以形成数千平方公里的地下水降落漏斗, 地下水补给、径流、排泄条件发生重大变化, 区域径流方向和水文地质作用总方向变化。

3) 强烈疏干造成地下淡水资源枯竭, 水质恶化, 河水断流。

4) 排水形成的降落漏斗区及影响区城市供水、农田供水开采资源骤减, 泉群及井点干涸。例如, 湖南连邵煤田三个矿区强烈排水, 影响地表范围达 74 平方公里, 产生塌洞 7290 个, 受影响的河流 28 条, 井泉干涸 310 个, 水塘水库干枯 180 处, 农灌受损面积 4 万亩, 影响用水户 3.16 万人, 拆迁民房 7.65 万平方米, 同时发生淹井事故共 37 次, 损失近五千万。

4.2 生态环境的不良变化

大量排水引起地质环境变化的后果, 往往使整个环境的生态质量恶化。

1) 塌陷区的形成和发展, 导致天然地理景观变化。

2) 矿坑水排放至低洼地带, 造成人为充水, 民房浸水倒塌, 地下室淹没, 从地下排出的水体无论使环境酸化或碱化或污染, 都直接影响动植物生长发育和人类健康。

3) 地下水位下降当埋深增大到一定程度, 浅部岩层含水性状改变, 引起土壤开裂, 喜湿植物枯萎, 地下水位下降潜水蒸发量减小, 导致地表附近空气湿度减小, 上述变化也同时损害了维持和繁殖野生动植物所需要的好生态环境, 森林植被减少加剧水土流失。

4) 沼泽地疏干除出现前述的土壤层极度干裂、土壤颗粒联结程度减弱、迅速遭受风蚀作用以至出现泥炭堆等不良现象外, 还伴随着珍贵动植物的毁灭。英国学者埃德华·玛尔特比指出, 沼泽地是一种重要生态系统, 它是许多动物和植物赖以生长和繁衍的地方, 生命本身就可能起源于含有丰富蛋白质的沼泽区, 它还起着自然净化水源、泄洪等维护生态平衡的作用, 因此保护世界上面积日益减少的沼泽地是人们必须予以重视的一个紧迫问题。

例如, 苏联格鲁吉亚黑海沿岸皮聪达半岛因生长着世上罕见的景色秀丽无比的封存松

林而成为天然疗养胜地,后因对沼泽地排水疏干,水位下降过大,造成海水入侵,咸化的地下水对封存林保护区造成严重威胁,因而不得不采取恢复天然生态环境的措施。

5 工程排水环境效应的予测评价原则及防护措施

前面列举了大量事实说明,工程排水这一人为活动对自然环境、地质环境产生了一些不良作用,它作为若干影响因素之一,在一定程度上和一定范围内,对区域环境质量和生态平衡发生了损害,正如恩格斯所指出的,对自然界的“每一次胜利,在第一步都确实取得了我们予期的结果,但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎意料的影响,常常把第一个结果又取消了”。这就是人类改造自然的辩证观点。

保护全球性及区域性生态环境这一总课题的研究内容是极其复杂纷繁,当然也包括了工程排水环境效应这类数不胜数的子课题在内,目前,对此课题的研究进展程度极不平衡,例如对矿山开采排水效应的综合性治理,地下水过量开采引起地面沉降的环境效应,均进行了大量的研究工作和保护环境的治理实践活动,并取得了积极效果;而对于工程排水诱发地震、疏干沼泽地引起生态环境失调这类问题还未引起足够重视或者说仅处于开始积累资料时期,同时,由于各类排水活动对环境的作用方式、影响程度和破坏机理极不相同,即使同一形式的排水活动处于不同的环境背景条件下也会产生迥然不同的后果,因此很难提出一个“包治百病”的予测评价方法和统一的防护方案,更具有实际意义的还是要针对具体排水方式和具体的地区自然地理—地质环境—人为活动特点来研究切实可行的环境保护措施,所以,本文也不可能针对每一具体问题进行予测评价及防护问题的详细讨论。

这里仅从环境保护观点出发,对于从事工程排水活动的设计者和实施者以及环保管理部门,提出几点原则性建议,供参考:

- 1) 凡需进行各类工程排水活动的设计者,应对可能出现的环境效应作出予测和评价,提出保护环境的处置意见。
- 2) 必须万分珍惜和保护水资源,工程排水绝不能让淡水资源任意流失无益损耗,应制定综合利用方案在排水过程中实施。
- 3) 应杜绝任何工程排水对天然水体和地下水的污染,应切实纠正用罚款“买”污染权的“饮鸩止渴”的错误做法,如果造成污染不可避免,则必须改变排水方案或建立严格的隔离设施,将污染水体进行妥善处置。
- 4) 对大型和长期性排水工程,应对环境效应和环保措施进行详细论证,要充分考虑毗邻地区工农业发展现状及远景规划,尽力做到供排结合,在排水过程中建立观测监测网,一经发现对环境造成不良影响应及时采取措施加以补救,尤其要尽力避免发生那些恶化环境的不可逆作用,要尽力维持生态环境平衡发展。
- 5) 一个城市,一个区域,可能同时由不同部门进行多种形式的排水活动,其影响互相交叉或迭加,对环境的破坏将更为严重,因此应由环保部门根据地区近期远期总体发展规划和水资源利用保护必须统筹规划的原则,组织协调进行综合评价论证,建立点、线、面监测网,采取综合性保护治理措施,兴利除害,切实杜绝“兴利又兴害、防旧害又兴新害”的恶化环境的连锁反应发生。
- 6) 对已经出现各种不良环境效应的地区,除重点解决实施治理环境、恢复良好生态

平衡的各项具体措施外, 还应制定强硬的行政措施保证技术措施的执行, 切实执行环保法规和水利法。

7) 对工程排水的环境效应应加强理论研究, 为予测评价和治理环境奠定可靠基础。尤其要考虑人为活动对环境的破坏常常要经过缓慢过程(数年或数十年)方能显现出来, 一经出现极难逆转, 因此予测评价要高瞻远瞩, 着眼未来。

参 考 文 献

- 1 H·H·普洛特尼科夫, C·克拉耶夫斯基著, 汪东云译, 环境保护的水文地质问题, 地质出版社, 1988
- 2 曲格平等编, 环境科学基础知识, 中国环境科学出版社, 1984
- 3 林宗元, 隐伏岩溶地面塌陷对工程建设影响实例综述, 水文地质工程地质, 1987, 1
- 4 刘显亭, 覆盖岩溶矿床地表塌陷成因及其治理, 水文地质工程地质, 1985, 1
- 5 B·洛姆塔泽, 工程动力地质学, 地质出版社, 1985
- 6 杨存田主编, 专门水文地质学, 地质出版社, 1981
- 7 胡广韬, 杨文远主编, 工程地质学, 地质出版社, 1984

(编辑: 徐维森)

ENVIRONMENTAL EFFECTS OF DISCHARGE FROM CONSTRUCTION SITES

Wang Dongyun

(Department of Urban Construction)

ABSTRACT The environmental effects of discharge from construction sites are discussed in this paper. According to its features, the discharge is classified. Based on the environmental physics, environmental chemistry environmental biology, the harmful effects of discharge and the necessity of environmental protection in the construction sites are expounded.

KEY WORDS discharge, geologic environment, environmental effect