

我国渠道衬砌与防渗技术发展现状与趋势

何武全¹, 刘群昌²

(1. 西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国水利水电科学研究院水利研究所, 北京 100044)

摘要: 论述了渠道衬砌与防渗的涵义和作用, 阐述了我国渠道衬砌与防渗技术的发展现状、存在问题以及在衬砌与防渗新材料、新型衬砌与防渗结构形式、防冻胀技术、机械化施工技术等方面的发展趋势, 认为我国渠道衬砌与防渗技术与发达国家相比在许多方面还存在一定差距, 特别是在工程施工质量和施工机械化水平方面差距较大, 指出目前我国渠道衬砌与防渗技术由单一材料向复合材料、单一结构向复合结构、以人工施工为主向半机械化及机械化施工方向发展, 并开始重视渠道衬砌与防渗对生态环境的影响。

关键词: 渠道衬砌; 防渗; 发展现状; 发展趋势

中图分类号: S275.3 **文献标识码:** A

The Present Development Status and Trends of Canal Lining and Seepage Control Techniques in China

HE Wu-quan¹, LIU Qun-chang²

(1. College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling 712100, Shaanxi Province, China; 2. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China)

Abstract: This paper discusses the meaning and role of canal lining and seepage control, and expounds the present development status and existing problems of canal lining and seepage control techniques in China as well as development trends of new material, structural forms, anti-frozen technology and mechanization construction technology. Compared with developed countries there is still disparity in many aspects, especially greater disparity in construction quality and mechanization construction. The authors point out that canal seepage control technology has developed from single seepage control materials to compound materials, from single seepage control structures to compound structures, from manual construction to semi-mechanized and mechanized construction, and impact of canal lining and seepage control on ecological environments.

Key words: canal lining; seepage control; development status; development trends

渠道衬砌与防渗是我国应用最普遍的节水灌溉工程技术措施之一。据统计, 我国 80% 以上的灌溉面积依靠渠道输水灌溉, 有效灌溉面积接近 0.47 亿 hm^2 , 而达到《节水灌溉工程技术规范》规定的较低标准的渠道防渗衬砌面积为 966.67 万 hm^2 , 仅占渠道输水灌溉面积的面积的 20.7%, 渠系水利用系数平均不到 0.5, 输水渠道渗漏严重, 灌溉水利用率普遍偏低。随着经济社会的快速发展, 各行各业用水要求的不断增加, 水资源供需矛盾日益突出, 可用于灌溉的水量呈现减少趋势, 采取渠道衬砌与防渗措施是解决水资源供需矛盾的重要措施。

收稿日期: 2009-01-04

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题资助项目 (2006BAD11B03)。

作者简介: 何武全(1967-), 男, 副教授, 硕士, 主要从事节水灌溉理论与技术研究工作。

1 渠道衬砌与防渗的涵义和作用

关于渠道防渗的涵义, 《渠道防渗工程技术规范》(SL18-2004) 和《农村水利技术术语》(SL 56-2005) 中的定义是减少渠道输水渗漏损失的技术措施^[1,2]; 中国水利百科全书《灌溉与排水分册》中的定义是减少渠道输水渗漏损失, 提高渠系水利用系数的工程技术措施^[3]。并指出渠道防渗的措施包括改变渠床土壤透水性的措施、防渗护面措施和化学材料防渗措施等, 渠道防渗护面的材料有刚性材料、膜料以及复合材料等, 其中刚性材料包括混凝土、沥青混凝土、砖、石等, 膜料包括塑料薄膜、合成橡胶膜、沥青膜等, 复合材料包括灰土、水泥土、止水剂土、复合土工膜等。这种分类方法存在许多问题, 如化学材料防渗应属于改变渠床土壤透水性措施, 沥青混凝土不属于刚性材料, 复合土工膜属于膜料, 水泥土属刚性材料等。关于渠道衬砌, 目前尚无明确的定义, 一般认为是渠道防渗措施的一种, 二

者没有严格区分。因此,形成两种错误的观点:一是认为只有只有水资源紧缺情况下,为了减少渠道渗漏损失,提高渠系水利用系数,才有必要进行渠道衬砌;二是认为渠道衬砌和渠道防渗没有区别,造成两个概念混淆,许多专著、文章等表述混乱,如混凝土防渗、混凝土衬砌、混凝土衬砌防渗、混凝土防渗衬砌等。产生上述问题的主要原因是渠道衬砌与防渗的涵义没有区分清楚,笔者认为对于渠道工程而言,渠道防渗指减少渠道输水渗漏损失的工程技术措施,渠道衬砌指在渠道表面浇筑或砌筑刚性材料护面层的工程技术措施。渠道衬砌和渠道防渗既有联系又有区别,渠道衬砌可以减少渠道渗漏损失,本身具有防渗的作用,但不是只有防渗才能采取衬砌措施,如渠道纵坡比降比较大为了减小冲刷危害、水源含泥沙较多为了提高渠道水流挟沙能力、渠道内杂草丛生为了美化环境等情况下也需要采取衬砌措施;相反,也不是只有衬砌才能防渗,如采用膜料或渗透系数较小的土料等也可以起到防渗作用。在节水灌溉工程技术中,为了表达明确、一致,建议统称为渠道衬砌与防渗技术,采用刚性材料时称衬砌,如混凝土衬砌、砌石衬砌等;采用其他材料时称为防渗,如膜料防渗、沥青混凝土防渗、土料防渗等。但应注意的是采用刚性材料衬砌时,要区分防渗(主要为了减少渠道渗漏)和砌护(主要为了减小冲刷、提高流速、美化环境等)不同要求时其技术措施的区别。

渠道衬砌与防渗的主要作用是减少渠道渗漏损失,提高渠系水利用系数;防止渠道冲刷、淤积及坍塌,保证输水安全;有利于控制地下水位,防止土壤盐碱化及沼泽化;节约工程投资,减少渠道占地面积,降低运行管理费用等。

2 我国渠道衬砌与防渗技术发展现状

我国渠道衬砌与防渗常用混凝土、石料、膜料、沥青混凝土、土料和水泥土等材料作为防渗层,以达到防渗的目的。随着国民经济的发展,防渗技术不断提高,防渗新材料的应用,使我国渠道衬砌与防渗技术得到较快的发展,近年来将高分子材料应用在渠道防渗方面,尤其是高分子复合材料和复合结构研究方面取得了大量成果,成为今后研究和推广的方向。采用膜料做防渗材料,一般可减少渗漏量的90%以上,且塑膜埋入地下后避免了紫外线和光的照射,大大延缓了老化速度,延长了使用寿命,一般使用可达20~30年左右。目前得到普遍推广应用的高分子聚合物防渗材料——复合土工膜,即将PVC压延涂敷于无纺布上,制成复合防渗膜料,有一布一膜、二布一膜等。渠道衬砌与防渗断面形式方面,我国采用的有U形、弧形渠底梯形和弧形坡脚梯形等新形式,这些断面形式具有防渗效果好,水流条件佳,占地少,适应冻胀变形的能力强,投资较小,寿命长等优点。U形适宜于小型渠道,弧形渠底梯形适宜于中型渠道,弧形坡脚梯形适宜于地下水埋深浅的大、中型渠道。在防治冻害技术方面,我国经多年研究实践,采用“允许一定冻胀位移量”的设计标准,提出了“适应削减冻胀”的防冻害原则和技术措施,大大降低了工程造价。在施工方面,已研制开发了小型U形渠槽开挖机和浇筑机,大、中型U形渠道防渗工程施工采用喷射法混凝土施工或预制与现浇相结合的方法,但一般仍以人工施工为主,施工机械化程度较低。

3 我国渠道衬砌与防渗技术发展中的问题

我国在渠道衬砌与防渗工程技术方面已做了大量的工作,取得了显著的成果,但目前已经防渗衬砌的渠道所占比例很小,与发达国家相比还存在一定差距,特别在工程质量和施工机械化水平方面差距较大。主要表现为以下几个方面。

3.1 防渗衬砌标准低,已经防渗衬砌的渠道损坏严重

国外发达国家渠道防渗衬砌标准较高,工程质量好。如日本针对冻胀破坏,近年来采用“抵抗”冻胀的原则,将混凝土改为钢筋混凝土,或架空渠槽、置换垫层等,效果很好。我国渠道防渗衬砌与国外发达国家相比标准较低,在渠道防冻胀技术措施方面,采用“适应、削减冻胀”的防冻害原则,虽然降低了工程造价,但工程老化损坏严重。据调查,黄河上中游大型灌区干支渠道及建筑物老化损坏率为30%~40%,其中,冻胀破坏占30%~50%,严重影响了灌溉工程效益的发挥。

3.2 防渗衬砌新材料新技术的研究及应用方面还做得很不够

近年来,国外发达国家在渠道防渗新材料新技术的研究及应用方面取得了显著的成果,美国、德国研制了土工合成材料黏土垫GCL(Geosynthetic Clay Liner)、聚氨酯甲酸酯/土工织物复合材料等防渗新材料,并成功地应用于渠道防渗、运河衬垫系统、垃圾填埋场衬垫系统等,均取得较好的防渗漏效果。我国过去多采用灰土、三合土夯实、砌石和混凝土衬砌防渗,近年来采用和推广了塑料薄膜、复合土工膜等新型防渗材料和新型复合材料防渗结构形式,取得了较好的防渗效果;研制开发了类似GCL的膨润土防渗毯,并开始在渠道防渗工程中进行应用,但与发达国家相比还存在一定的差距。

3.3 施工机械化程度低,与国外发达国家相比差距较大

国外发达国家在渠道衬砌与防渗工程施工技术方面,机械化程度较高,如美国混凝土衬砌渠道全部采用机械施工,膜料防渗从渠槽开挖、膜料铺设以及防护层施工,也全部实现机械化;日本多采用工厂化预制混凝土构件和现场浇筑相结合,也都采用机械施工,施工质量好,进度快。我国小型U形混凝土衬砌渠道已逐渐向半机械化和机械化施工方面发展,但大中型渠道衬砌目前仍以人工施工为主,与国外差距较大,施工进度慢,质量较难保证。

4 我国渠道衬砌与防渗技术的发展趋势

随着科学技术的不断发展和我国国民经济能力的提高,对渠道衬砌与防渗技术提出了更高的要求。目前,我国渠道衬砌与防渗技术由单一材料向复合材料、单一结构向复合结构、以人工施工为主向半机械化及机械化施工方向发展^[4],并开始重视渠道衬砌与防渗对生态环境的影响。其发展趋势有以下几个方面。

4.1 渠道衬砌与防渗新材料的研究和推广

(1)复合土工膜。用于渠道防渗的复合土工膜,有塑料薄膜与无纺布组合的复合土工膜,如一布一膜、二布一膜等;塑料薄膜、无纺布与沥青油膏组合的复合土工膜,如沥青柔毡;玻璃

纤维布与改性沥青组合的复合土工膜,如沥青玻璃纤维布油毡。目前,渠道防渗工程最常用的复合土工膜是以塑料薄膜作为防渗基材,与无纺布复合而成的土工防渗材料。塑料薄膜是一种高分子化学柔性材料,具有防渗性能好、质轻、延伸性强、适应变形能力高和造价低等优点,自20世纪50年代以来,在渠道防渗工程中得到迅速推广应用。但是,塑料薄膜存在易被刺破,与土的摩擦系数小等缺点。国内外防渗应用的塑料薄膜,主要有聚氯乙烯(PVC)和聚乙烯(PE)。无纺布是一种高分子短纤维化学材料,通过针刺或热粘成形,具有较高的抗拉强度和延伸性,它与塑料薄膜结合后,不仅增大了塑料薄膜的抗拉强度和抗穿刺能力,而且由于无纺布表面粗糙,增大了接触面的摩擦系数,有利于复合土工膜及保护层的稳定,并具有竖向防渗、水平导水的性能。因此,这种复合土工膜很快成为较塑料薄膜更理想的渠道防渗材料。

(2)新型防渗土工合成材料(GCL)。土工合成材料黏土垫(Geosynthetic Clay Liner,简称GCL),是一种新型的复合土工合成材料,它是在压实性黏土衬垫(Compacted Clay Liner,简称CCL)的基础上发展而来的^[5]。GCL是利用膨润土的膨胀性防渗、利用土工织物来承载和护面的结构形式,它与土工膜同属土工合成材料,在渠道防渗应用中除具有土工膜的所有优点外,还具有自愈合功能、抗张应变、抗干湿循环和抗冻融循环的能力强,比土工膜搭接方便,铺设简单,施工速度快。我国也研制开发了类似GCL的膨润土防渗毯,并开始在渠道防渗工程中进行推广应用。

(3)改性沥青混凝土防渗材料。沥青混凝土具有高抗渗性、适应变形能力好、低温柔性和裂缝自愈合功能等优点,自20世纪70年代以来,在陕西省冯家山灌区、青海省湟海渠和山东省打渔张五干渠等渠道防渗工程中进行了沥青混凝土防渗试验及应用,证明其防渗效果很好,极限拉伸值为混凝土的3.6~20倍,在-22~-27的低温下尚有一定的柔性。沥青混凝土用于有冻害的渠道防渗工程,可以适应冻胀变形,有保温作用,造价不高,并且随着改性沥青技术的发展及应用,解决了沥青混凝土防渗低温抗裂较差的问题,是一种经济实用有推广价值的防渗材料,但其施工技术较为复杂,今后应在施工工艺和专用施工机械方面加大研究力度。

(4)新型伸缩缝止水材料。在渠道衬砌与防渗工程中,发达国家对伸缩缝止水材料较为重视,且投资所占比例较大。美国多用弹性人造橡胶、聚氯乙烯止水带作伸缩缝止水材料。日本则多采用止水板(即橡胶止水带)、沥青、沥青玛蹄脂及弹性玛蹄脂或密封胶。我国以往在止水材料方面投资较少,刚性材料衬砌渠道多用沥青砂浆、油毡、聚氯乙烯胶泥(或焦油塑料胶泥)等作伸缩缝止水材料,但有的性能差;有的造价较高和施工技术复杂,没有较好地解决生产中的问题;聚氯乙烯胶泥(或焦油塑料胶泥)中含有煤焦油,对灌溉水和环境都有污染,随着人们对环保要求的不断提高,这种材料被淘汰已是大势所趋^[6]。近年来,研究开发的高分子止水带、止水管和石油沥青聚氨酯接缝材料(PTN)等新型伸缩缝止水材料,止水性能好,施工方便,有待进一步实践和推广。

(5)聚合物纤维混凝土衬砌材料。聚合物纤维混凝土具有

防止或减少混凝土裂缝、提高变形能力和耐久性等优点,自20世纪90年代以来,在公路、铁路、桥梁以及房建工程中得到普遍应用。近年来,一些灌区在渠道衬砌工程中也开始应用,其施工方法与普通混凝土基本相同,仅增加约1min左右的拌和时间^[7]。黑龙江香磨山灌区采用改性聚丙烯纤维混凝土制作薄壁U形预制渠槽,纤维掺量为 1 kg/m^3 ,混凝土的抗裂和抗折性能有所提高,U形渠槽厚度减至2cm,重量轻、便于运输及施工铺设。河北石津灌区进行了聚丙烯纤维混凝土室内试验和现场应用研究,证明混凝土掺入 0.9 kg/m^3 聚丙烯纤维,抗裂能力提高100%~150%,抗渗能力提高60%,抗冲刷能力提高50%~100%,3~28d龄期抗压强度提高15%~30%。这些均表明聚合物纤维混凝土具有推广应用价值。

4.2 新型衬砌与防渗结构形式

我国渠道衬砌与防渗新型结构形式主要有U形断面、弧形坡脚梯形断面或弧形渠底梯形断面、连锁板衬砌结构和复合材料防渗结构等。U形断面渠道是采用底部为半圆或弧形、上部为一定倾角直线段的断面形式。近年来有些灌区结合当地实际对U形断面进行了改进,采用抛物线形断面,比U形断面更接近于最优水力断面;弧形坡脚梯形断面或弧形底梯形断面适用于大、中型防渗衬砌渠道,与梯形断面渠道相比,具有流速分布均匀,近似最佳水力断面,流速较快,改善了防渗衬砌渠道冻胀变形分布的不均匀性,且渠底有一定的反拱作用,可以减轻冻害,减少裂缝和错台现象;新型连锁板衬砌结构形式具有刚柔相济、适应冻胀变形性能好的特点,其预制衬砌板通过连锁结构连接成一个整体,当基土冻胀抬高时,受顶托衬砌板跟着上升,但不会单独坍塌,防止了刚性衬砌体受冻胀力的影响而遭到破坏。该结构形式适用于寒冷地区的大、中型防渗衬砌渠道;复合材料防渗结构形式是采用柔性膜料(塑膜、沥青玻璃布油毡或复合膜料等)作防渗层,主要起防渗作用,混凝土等刚性材料或土料作保护层,主要起保护膜料不被外力所破坏,防止老化、延长工程寿命的作用。两种材料互相扬长避短,显示了明显的经济技术性能。

4.3 衬砌渠道防冻胀技术

在北方寒冷地区,采用刚性材料衬砌渠道,因渠基土反复冻融,膨胀隆起沉降,常常会造成衬砌板开裂,接缝错位、滑坡及坍塌,影响渠坡稳定和防渗效果,缩短了衬砌板的使用寿命,已成为北方灌区渠道衬砌防渗的技术难题。我国经过20多年的反复试验和实践后,采用了“允许一定冻胀位移量”的工程设计和“适应、削减或消除冻胀”的防冻害原则和技术措施,效果较好,与国外相比,工程造价大大降低。随着我国经济的发展,应当适当提高标准,减少灌区因冻胀破坏的衬砌渠道的维修。目前,灌区多采用置换垫层或加铺聚苯乙烯泡沫保温板,以及二者相结合的技术措施,取得了很好防冻胀效果。近年来,针对聚苯乙烯泡沫保温板在潮湿环境中,经冻融,吸水性逐渐增大,其保温效果逐年下降,且性脆,施工中容易断裂等问题,研制开发了高分子新型高分子防渗保温卷材(SDM),其吸水率小,保温效果较稳定,耐久性好,运输、施工方便,还可与无纺布复合,使其具有防渗、保温和平面导水等综合功能,具有很好的应用前景。

4.4 渠道半机械化和机械化施工技术

我国渠道衬砌与防渗技术水平与发达国家的差距,主要表现在工程质量和机械化施工水平方面,美国、日本等国家已基本上全部采用机械化施工,施工速度快、质量高。同时,新材料与新技术的推广应用也是与施工技术和施工机械的研制及应用分不开的,小型 U 形混凝土衬砌渠道的迅速推广应用,就是一个很好的事例。我国渠道防渗施工目前正向半机械化及机械化施工方向发展,U 形混凝土衬砌渠道已研制开发了系列的小型渠槽开挖机和混凝土衬砌机,大、中型 U 形渠道衬砌采用喷射法混凝土施工和预制与现浇相结合的方法,并研制开发了多种渠道衬砌预制块压机和混凝土衬砌机。这些工程机械设备的研制和应用,对提高衬砌与防渗工程质量、加快施工进度、降低工程造价和提高工程效益起到了良好的作用,使我国渠道衬砌与防渗工程施工技术向半机械化和机械化方向迈出了可喜的一步。

4.5 渠道衬砌与防渗对生态环境的影响

渠道衬砌与防渗工程在取得显著节水效果的同时,对生态环境产生了一定的影响。在地下水水质较好的地区,渠道衬砌后,切断了地下水的补给途径,往往造成地下水位下降,对井灌及当地居民生活用水产生不利影响,如美国全美灌溉系统渠道衬砌以后,减少了渠道渗漏损失,其渠道渗漏损失是墨西哥北部墨西哥卡利河谷地区地下水的重要补给来源,因此,引发了美国和墨西哥之间水资源的争议^[8]。从生态角度,土质渠床是多种草、水生生物、昆虫等繁衍栖息的场所,渠道衬砌以后,对地区生物的多样性产生不利影响^[6]。大、中型渠道通过人迹稀少的地区,常常对动物觅食或迁徙产生不利影响。渠道防渗衬砌材料对生态环境也有不利影响,如伸缩缝的填充材料焦油塑料胶泥,其主要成分为煤焦油,煤焦油中含有大量葱、萘、酚类易

挥发物质,严重污染环境和危害人体健康,随着人们对环保要求的不断提高,这类材料被淘汰已是大势所趋。国外发达国家在这方面比较重视,如日本在水稻种植区进行渠道衬砌时,为保证稻田生物链的完整性,设有鱼道等;美国针对渠井双灌区,在 Ohio 州的 the Great Plains 灌区进行了渠道防渗衬砌对灌区地下水的影响研究,以确定灌区的渠道防渗衬砌规模和标准^[9]。我国近年来逐步重视渠道衬砌与防渗对生态环境的影响,开始了这方面的研究,并作了一些有益的尝试,如进行了渠道衬砌与防渗的规模、渠井双灌灌区对地下水的影响、研制开发无环境污染的新材料等研究。

参考文献:

- [1] SL18-2004,渠道防渗工程技术规范[S].
- [2] SL 56-2005,农村水利技术术语[S].
- [3] 刘肇玮,朱树人. 中国水利百科全书灌溉与排水分册[M]. 北京:中国水利水电出版社,2004.
- [4] 何武全,邢义川. 渠道防渗抗冻新材料与新技术[J]. 节水灌溉,2003,(1):4-6.
- [5] LaGatta M D, Boardman B T, Cooley B H, et al. Geosynthetic Clay Liners subjected to differential settlement[J]. Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 1997, 123(5):402-410.
- [6] 毛国新,程地琴. 高寒地区混凝土防渗渠道伸缩缝填料选择[J]. 中国农村水利水电,2008,(8):117-121.
- [7] 冯广志,周福国. 渠道防渗衬砌技术发展中的若干问题与建议[J]. 节水灌溉,2004,(5):1-4.
- [8] Calleros, J. R. The impact on Mexico of the lining of the All-American Canal[J]. Natural Resources Journal, 1991, 31:829-838.
- [9] Ran. - I, Williams. - J. Delineating ground water recharge from leaking irrigation canal using water chemistry and isotopes[J]. Ground-water, Westerville, Ohio: National Ground Water Association, 2001, 39(3):408-421.

(上接第2页) 做到有章可循,减少项目管理中的随意性,强化项目的规范化、制度化、科学化管理。在项目安排上,要优先安排水资源严重短缺和供需矛盾突出地区的灌区。各灌区要优先安排对灌区全局影响较大、节水潜力大的改造项目;在资金使用上,要实行专户储存,专账管理。资金的支付,严格按照申报、审核、批准程序执行。严禁乱支乱用、截留和挪用资金;在建设过程中,要严格实行项目法人责任制、招标投标制、建设监理制和合同管理制,保证施工各环节有章可循,确保工程建设质量。在改造技术上,要积极引进省工、省料、先进、实用的新技术、新材料、新工艺,鼓励采用先进实用的防渗材料和先进的加固技术,提高工程标准和科技含量。国家已经出台的政策主要有:《中华人民共和国招标投标法》、《国家重点技术改造项目国债专项资金管理办法》、《水利工程建设招标投标管理规定》、《水利基本建设资金管理办法》、《水利工程建设监理规定》、《灌区管理办法》、《大型灌区节水续建配套项目建设管理办法》、《重点大型灌区续建配套改造项目验收办法》、《节水增效灌溉示范项目验收办法》。

2.3.2 灌区改革要大力推进以农民用水者协会建设为重点的管理体制和运行机制改革

按照水利部、国家发展改革委员会、民政部《关于加强农民

用水户协会建设的意见》的要求,建设农民用水户协会建设要结合本地具体情况,不生搬硬套,搞一个模式;既要加快改革步伐,同时要讲求实效,确保改革一处,成功一处;各级政府要加强对农民用水户协会建设的指导、扶持,要真正放权;培育农民用水户协会要坚持自愿组合、互利互惠。结合水利部《灌区民主评议行风指导意见》的执行,提高灌区服务水平。各灌区根据国务院办公厅转发《水利工程管理体制改革实施意见》,严格水利工程管理单位的定编、定岗、定员工作,加强工程建后管护工作,落实管护责任制。明确单位性质与管理职能,逐步理顺体制,建立良性运行机制,充分调动广大职工的积极性,不断提高管理效率,降低管理成本。

2.3.3 促进灌区发展要健全灌区评估制度

评估工作是对灌区工作成效、经验和问题的全面总结和检查。通过适时评估,摸清项目建设情况,总结成效,发现问题,提出对策建议,能保障项目规范有序地实施和提高投资效益。今后要进一步完善灌区评估办法与评估标准,将项目评估工作制度化。

参考文献:

- [1] 李代鑫. 积极推进 狠抓落实 努力开创农村水利工作新局面[J]. 中国农村水利水电,2008,(2).