

## 中体与西用：元、明时期宁夏水利技术之进步

高正亮

(宁夏大学 民族与历史学院, 宁夏 银川 750021)

**【摘要】**宁夏引黄灌区历史悠久,灌溉已达上千年。自秦汉至唐代,银川平原渐次修成河东七级(秦家)、汉伯以及河西汉延、唐来四大干渠,西夏时期,河西又增修李王渠。蒙元以前,渠道水闸多用木料,间及石料,其余皆以土坝砌成。唐及西夏时运用树枝成捆筑成渠坝,覆以沙土,坝侧广植杨柳,利用根系再次巩固坝基,但传统技术无法解决宁夏水利发展形成的一系列问题。据史料记载,蒙古西征后,中亚水利技术逐渐东传。经元代和明前期,不断融入宁夏本土,至明后期完成“易木为石”材料更新和增“暗洞、飞槽、底石”技术革新。纵观这一过程,可谓传统引黄灌溉水利与西来技术融合之典型,推动宁夏水利技术新进步。

**【关键词】**元、明时期;宁夏;水利技术

**【中图分类号】**S-09;K207 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1000-4459(2024)04-0027-11

## Chinese Tradition as the Fundamental Structure and Western as the Application: The Progress of Water Conservancy Technology in Ningxia during the Yuan and Ming Dynasties

GAO Zhengliang

(School of Nationalities and History, Ningxia University, Yinchuan 750021)

**Abstract:** The Yellow River diversion irrigation area of Ningxia has a long history and has been irrigated for thousands of years. From the Qin and Han Dynasties to the Tang dynasties, Yinchuan Plain was gradually built the canals of seventh grade(Qin Jia) and Hambo in Hedong area, and the canals of Han Yan and Tang Lai in Hexi area, and the Li Wang Canal in the Western Xia Dynasty. Before the Mongol Yuan Dynasty, the channel sluice used wood and stone, and the rest were built with earth dam. In the Tang and Western Xia Dynasty, bundles of branches were used to build canals and dams, which were covered with sand. Willows were planted on the sides of the dams and roots were used to consolidate the dam foundation. However, traditional technologies could not solve a series of problems caused by the development of water conservancy in Ningxia. According to historical speculation, After Mongolia's westward conquest, Central Asian water conservancy technology gradually spread to the east. Through the Yuan Dynasty and the early Ming Dynasty, and continuously integrated into Ningxia, to complete the "change wood for stone" material update and increase the "dark hole, flying trough, bottom stone" technical change in the late Ming Dynasty. Throughout this process, it can be described as the typical integration of traditional Yellow River diversion irrigation and western

**【收稿日期】** 2024-01-18

**【基金项目】** 国家社会科学基金重大项目“明清以来河西走廊水利文献集成整理与研究”(22&ZD225);清华大学—宁夏银川水联网数字治水联合研究院开放基金资助项目“基于河套水利历史文献整理的节水控盐研究”(sklhse-2023-Iow14)

**【作者简介】** 高正亮(1989-),男,历史学博士,宁夏大学民族与历史学院讲师,硕士生导师,研究方向为隋唐史、中国历史地理及教育史。

technology, to promote the new progress of water conservancy technology in Ningxia.

**Key words:** Yuan and Ming Dynasties; Ningxia; water conservancy technology

## 引言

历史时期,黄河流域内各族人民修建水利工程,充分利用黄河发展农业生产。出于农业和军事运输目的,国家也对水道进行天然的和人工的开发。黄河三大流域内,各自形成若干基本经济区,极大促进了中华民族文明进程。正如英国学者鲍尔指出:“水对于农业、交通和社会稳定的重要性,使其成了政治权力的核心要素,并塑造了这个国家的治理方式。”<sup>①</sup>

宁夏引黄灌区历史悠久,灌溉已达上千年。历史时期之银川平原,曾为割据政权西夏之中心,水利工程完备,农业生产发达,明朝建立后作为边镇,长期驻兵屯田。新中国建立尤其是宁夏回族自治区设立以来,银川平原一直是宁夏农业生产的核心区域。历代留存下来较为丰富的文献,其中多有描述水利者。

水利兴则农业兴,宁夏“塞上江南”之称得益于此<sup>②</sup>。当前学界对于宁夏水利的研究,主要集中于水利史<sup>③</sup>,水利志书编纂<sup>④</sup>以及水土科学的应用基础研究<sup>⑤</sup>。已整理出版的相关成果,“志多史少”,水利志书较多,水利技术史偏少。缺乏一部系统的、基于水利历史文献整理的宁夏地区水利通史。前贤之研究,所获成果甚多,但专业方向分野亦较明显,人文学科与理工学科结合不够。因此,以往研究仍有不足之处,亟待提升。

历史时期宁夏地区水利之记载,不论是志书体例,还是渠道技术,皆于明代后期发生重大变化<sup>⑥</sup>。虽然前代资料欠缺,但若结合其时之历史考虑,或可得出若干新认识。诸如暗洞、底石等渠道技术大规模出现,溯其源流,可能来自蒙元时期。有鉴于此,拙文即针对这一时期宁夏水利技术进步之原因和过程,略作申述,就教于方家。

## 一、灌渠分布与渠道工程

元代以前宁夏地区水利发展,大致包括以下两方面内容:一,灌渠分布;二,渠道工程。分述如下:

- ① 按照冀朝鼎先生的解释,“发展水利事业或者说建设水利工程,在中国,实质上是国家的一种职能,其目的在于增加农业产量以及为运输,特别是为漕运创造便利条件。诸如灌溉渠道、陂塘、排水与防洪工程以及人工水道等,多半都是作为公共工程而建造的,它们同政治都有着密切的联系。各个朝代都把它们当作社会与政治斗争中的重要政治手段和有利的武器。兴建以及发展这类土木工程的目的,最初都不是出自人道主义的考虑,而是决定于自然和历史的条件以及统治阶级的政治需要。”见《中国历史上的基本经济区》第一章《基本经济区的概念及其与水利事业的关系》,商务印书馆,2014年,第8-9页;[英]菲利普·鲍尔著:《水:中国文化的地理密码》之《序言》,张慧哲译,重庆出版社,2021年,第1页。
- ② 有关历史农业地理的研究,参见上引冀朝鼎书及汪一鸣:《宁夏人地关系演化研究》,宁夏人民出版社,2005年;韩茂莉:《中国历史农业地理》,北京大学出版社,2012年。
- ③ 如由水利电力部政治部组织,武汉水利电力学院和水利水电科学研究院联合编写:《中国水利史稿(上)、(中)、(下)》,水利电力出版社,1979、1987、1989年;姚汉源:《中国水利史纲要》,水利电力出版社,1987年;《黄河水利史研究》,黄河水利出版社,2003年;《中国水利发展史》,上海人民出版社,2005年。
- ④ 如《宁夏水利志》编纂委员会编写:《宁夏水利志》,宁夏人民出版社,1992年;卢德明主编:《宁夏水利新志》,宁夏人民出版社,2004年;宁夏政协文史和学习委员会、宁夏回族自治区水利厅编写:《黄河与宁夏水利》,宁夏人民出版社,2006年;《中国河湖大典》编纂委员会编著:《中国河湖大典(黄河卷)》,中国水利水电出版社,2014年;陈雷主编,《中国水利史典》编委会编著:《中国水利史典(黄河卷)》,中国水利水电出版社,2015年。
- ⑤ 理工科此类文章发表甚多,兹不赘述。
- ⑥ 当然这一变化,不是一蹴而就的,而是自元至明有其发展过程,容后文详论。

### (一)灌渠分布

宁夏地区的规模开发,早至秦汉时期。由于年代所去悬远,今所通行之宁夏水利史知识,无论是政府部门(如宁夏水利厅),相关学者著作抑或是地方博物馆之简介,均谓宁夏地区最早修筑的灌渠乃秦渠和汉渠。秦、汉均为大一统王朝名称,以其命名所修灌渠,自不待言。因涉及秦代之历史资料匮乏,秦渠的原始面貌,已无法确知。秦渠之称谓,后世又有七级、秦家之类,应是随历史发展,不断音变之结果。但其具体位置,据相关学者考证,位于明代灵州千户所南、今吴忠市城南<sup>①</sup>。

自秦汉以来,以北地郡富平县(今吴忠市)为中心,宁夏地区水利开发和灌溉体系的渐趋完善,逐步向北、南两个方向扩展。以具体位置论,河东、河西地域(黄河与贺兰山间)灌渠修建较为均衡。河东富平县境内,修筑秦渠、光禄渠<sup>②</sup>两大干渠。河西也曾修筑灌渠,但这条水渠,史无明文记载,其具体形制,只能通过后来的《魏书·刁雍传》进行推定<sup>③</sup>。其所载“旧渠堰”,应是汉代古渠,具体位置在富平县黄河以西地域。而这条汉渠,才是后世所谓汉延渠的最早雏形。刁雍此次奏开之河西新渠,即艾山渠,其中一段“北行四十里,还入古高渠,即循高渠而北”<sup>④</sup>,可见修筑艾山渠时,仍利用了一段汉代古渠渠道。



图1 清代雍正年间绘《宁夏府舆图》之“宁夏府城”部分

(最上为唐来渠,自上至下第三条为汉延渠;大清渠及惠农渠,皆为入清以后所新修。)

唐时灵州地区,河西沿用北魏时所修艾山渠,与新修唐来渠、特进渠<sup>⑤</sup>,以及汉渠,共同构成干渠体系。汉渠经灵武县北千金陂,不断延伸修建,并在千金陂周围,从汉渠分出胡渠、御史、百家、尚书等支渠<sup>⑥</sup>。“汉延”之称,正是由此得名,宁夏河西水利大规模开发,也是肇始自最早完成干、支渠体系建设的汉

① 杨森翔:《历史上的灵洲、灵州、灵武谷、灵武城址及其他——订正〈中国历史地图集〉的一个错误》,原刊《宁夏文史》2007年第23辑,此据《宁夏大学学报(人文社会科学版)》2008年第1期。

② 《汉书》卷九四上《匈奴传上》,中华书局,1962年,第3776页;光禄渠之得名,只能与光禄勋徐自为有关,如此则光禄渠也是史籍所载、宁夏境内具体名称最早的一条古渠。此渠当即后世诸地志所载灵州地方之“汉伯”渠,简称汉渠。清乾隆年间张金城等人纂修《宁夏府志》时,认为汉渠乃东汉虞诩、郭璜二人所开,其说不确,应是东汉时二人又增开若干渠道,又见《后汉书》卷八七《西羌传》,中华书局,1965年,第2893页。

③ 《魏书》卷三八《刁雍传》,中华书局,1974年,第867页。

④ 《魏书》卷三八《刁雍传》,第867页。

⑤ 《新唐书》卷三七《地理志》,中华书局,1975年,第972页。

⑥ [唐]李吉甫撰,贺次君点校:《元和郡县图志》卷四《关内道·灵州》,中华书局,1983年,第95页。



延渠(图1)。

至西夏时期,黑水城出土文书《天盛改旧新定律令》中多次出现“唐来,汉延,新渠,诸大渠”等内容,可见河西除沿用前代汉延、唐来二干渠外,另新修了李王渠<sup>①</sup>。而今所通行据明代王业《美利渠记》立论,认为中卫美利(蜘蛛)渠始建于元代之说法<sup>②</sup>,也有重新探讨之必要。

根据《律令》中出现之“催促水浇地租法:自鸣沙、大都督府、京师界内等所属郡、县及转运司大人、承旨等”内容,当时“水浇地租法”实施地域范围,已南达鸣沙县,即今中卫中宁县鸣沙镇附近。大面积引黄河水浇地的存在,是此法得以实施的前提,据此似可证西夏新修筑的引黄灌溉渠道,已扩展至今中卫境内。因此美利(蜘蛛)渠,很可能早在西夏时期就已修筑,元代不过沿用而已。

## (二)渠道工程

元代以前宁夏水利发展历史,已如上述,在渠道工程技术方面,秦汉时期所隔久远,渠道之渠口、渠堰、渠深及所用材料,鲜有史证。但上引《魏书·刁雍传》“其两岸作溉田大渠,广十余步,……河水激急,沙土漂流,……又河水浸射,往往崩颓”诸语,显示汉代古渠为土渠,渠宽“十余步”,渠侧并无堤坝保护渠道。经河水长期激荡冲刷,不断毁坏崩塌,引水困难。刁雍奏开之艾山渠,“于河西高渠之北八里、分河之下五里,平地凿渠,广十五步,深五尺,筑其两岸”<sup>③</sup>,可见乃重凿渠口,拓宽渠道,且于渠道两侧增筑堤坝。

北魏以后,有关唐之渠道工程技术及用材,《旧唐书·张守珪传》载:“(开元)十五年,……瓜州地多沙碛,不宜稼穡,每年少雨,以雪水溉田。至是渠堰尽为贼(吐蕃)所毁,既地少林木,难为修葺。守珪设祭祈祷,经宿而山水暴至,大漂材木,塞涧而流,直至城下。守珪使取充堰,于是水道复旧,州人刻石以纪其事。”<sup>④</sup>此事虽近乎神玄,但当时河西地区水渠渠堰(闸门)多以木材修成,则是十分肯定的。

其余例证多载于敦煌藏经洞发现之《水部式》残卷和《沙州都督府图经》中。以关中平原为例,《水部式》载:“泾、渭白渠及诸大渠,用水灌溉之处,皆安斗门,并须累石及安木傍壁,仰使牢固。不得当渠造堰。”仅斗门处用石头和木材建造,如遇损坏,“即用随近人修理。公私材木,并听运下。”<sup>⑤</sup>《沙州都督府图经》又载:“阳开渠,长一十五里。……据《西凉录》,刺史杨宣移向上流造五石斗门,堰水溉田”<sup>⑥</sup>,斗门也以石材造成。敦煌卷子S.4373提及十世纪敦煌地区修筑水闸,用料含“枝十五束,掘十笏”<sup>⑦</sup>,即成捆树枝和成筐根系发达之杂草。以上虽是关中和河西之事例,但灵州当地水渠工程技术,应与此相近。

黑水城出土西夏文书《天盛改旧新定律令》中,详载当时渠道工程技术及用材。渠道主要包括渠干、渠背、渠口、闸口(斗门)等,渠口处下置垫板及闸口用材,主要也为木料。如针对大都督府转运司所属冬草、条椽等,要求“京师(兴庆府)租户家主依法当交纳入库。若未足,则彼处转运司人当量之,当于租户家主征派使纳。”每年春季开渠时,如“京师界沿诸渠干上有处需椽,……于百伏事人做工中当减一伏,变

① 史金波、聂鸿音、白滨译注:《天盛改旧新定律令》,法律出版社,2000年,第501页。[明]杨寿等纂修,胡玉冰校注:《(万历)朔方新志》卷一《食货·水利·宁夏》云:“渠名‘靖虏’者,乃元昊废渠也。旧曰‘李王渠’,疑即古之‘艾渠’。”《宁夏珍稀方志丛刊》,中国社会科学出版社,2015年,第32页。

② 《(万历)朔方新志》卷四《词翰·碑记序说》,第266-267页;又见[清]黄恩锡纂修:《(乾隆)中卫县志》卷九《艺文》,《中国地方志集成》之《宁夏府县志辑5》,第220页下-221页上。按凤凰出版社2008年影印本,于原刻本漏去第二十一版,故增入后,正确页码当为第221页。

③ 《魏书》卷三八《刁雍传》,第867页。

④ 《旧唐书》卷一百三《张守珪传》,中华书局,1975年,第3194页。

⑤ 郑炳林:《敦煌地理文书汇辑校注》,《水部式(伯2507号)》,甘肃教育出版社,1989年,第101、102页。

⑥ 《敦煌地理文书汇辑校注》,《沙州都督府图经(伯2005号)》,第7页。又见宁欣:《唐代敦煌地区农业水利问题初探》,《敦煌吐鲁番文献研究论集》第3辑,北京大学出版社,1986年;李正宇:《唐宋时代敦煌县河渠泉泽简志(一)》,《敦煌研究》1988年第4期。

⑦ 唐耕耦等编:《敦煌社会经济文献真迹释录》第3辑,书目文献出版中心,1990年,第183页。

而当纳细椽三百五十根,一根长七尺,当置渠干上。”<sup>①</sup>所交纳木料,皆用作修渠。

西夏时期在水渠两侧,多使用“冬草蓬子、夏蒭”进行加固,材料包括蒲苇、柳条、梦萝等,以捆记数。沿渠租户如改为交纳杂草等,也应计算具体数量,量不足时计算时价,判作偷盗。可见在渠道维护材料方面,极其重视。如《律令》据此规定,“诸租户家主除冬草蓬子、夏蒭等以外,其余种种草一律一亩当纳五尺捆一捆,十五亩四尺措之蒲苇、柳条、梦萝等一律当纳一捆。前述二种绳捆当为五寸捆头,当自整绳中减之。使变换冬草中蓬子、夏蒭及条为纳杂草等时,纳者及敛者一律当计量所纳草及应纳条,未足者计价,以偷盗法判断。”<sup>②</sup>

官方还要求沿渠周边租户,在水渠两侧广植柳树、柏树、杨树、榆树及其他树种,利用各种树木自然生长、盘根错节的根系加固渠侧土基,树木长大成材后,还可依据时节修剪枝条,这些枝条捆措后,又可供渠道维护之用。据此《律令》又规定:“沿唐来、汉延诸官渠等租户、官私家主地方所至处,当沿所属渠段植柳、柏、杨、榆及其他种种树,令其成材,与原先所植树木一同监护,除依时节剪枝条及伐而另植以外,不许诸人伐之。转运司人中间当遣胜任之监察人。若违律不植树木,有官罚马一,庶人十三杖。树木已植而不护,及无心失误致牲畜入食时,畜主人等一律庶人笞二十,有官罚铁五斤。其中官树木及私家主树木等为他人所伐时,计价以偷盗法判断。”<sup>③</sup>

甘肃省酒泉市瓜州县锁阳城镇桥子村东坝(图2)以柳木枝条成捆筑成,覆以沙土,坝侧广植柳树,利用根系再次巩固坝基。此坝虽是晚出,但其形制和工程技术,于阅读西夏时期文献记载和直观了解渠道工程技术,助益极多。



图2 甘肃省酒泉市瓜州县锁阳城镇桥子村东坝

土渠和主要以成捆树木枝条加固渠侧存在的最大问题,首先是无法解决渠道泥沙淤积和水流长时间冲刷带来的影响,每年掏挖、维修时,也十分不便。因渠底非坚硬平底,经多年长时间行用,更无法科学测量泥沙淤积程度,据以制定后续渠道维修计划。其次,农田灌溉排水后,沿渠周边聚成若干湖沼,影响渠道输水和沟道行洪,如何在不破坏渠道的前提下,安全排水和行洪,亟待解决<sup>④</sup>。因此,元、明时期水利技术变革前的宁夏渠道,还处在前、后相沿的“历史习惯法”时代。

发展至明代,地方志书关于宁夏水利工程技术之记载,出现重大变化。以嘉靖时期为界,此前之

① 史金波、聂鸿音、白滨译注:《天盛改旧新定律令》卷一五《渠水门》,第503页。

② 同上。

③ 史金波、聂鸿音、白滨译注:《天盛改旧新定律令》卷一五《渠水门》,第505-506页。

④ 据清代王全臣《重修暗洞记》:“溉田之余水,散注于各湖。湖与湖递相注,而仍东泄于河。”见[清]张金城等纂修:《(乾隆)宁夏府志》卷二〇《艺文·记》,《中国地方志集成》之《宁夏府志辑1》,凤凰出版社,2008年,第475页上。

《(正统)宁夏志》<sup>①</sup>《(弘治)宁夏新志》<sup>②</sup>《(嘉靖)陕西通志》<sup>③</sup>仅述干、支渠体系,未及渠道工程。而此后之《(万历)朔方新志》中,除记载干、支渠外,详细记述闸(正、旁、扬水、减水)、渠口、桥、津渡、堤坝等,还有前所未见之暗洞<sup>④</sup>。

之所以出现这种变化,一方面与明隆庆六年(1572)时任宁夏卫僉事汪文辉“始奏驱石以易制式”<sup>⑤</sup>,即渠道材料“易木为石”直接有关。“易木为石”后,较为成功地解决上述第一个问题。另一方面,从大的历史背景观察,可能与蒙古征服新疆及中亚后,坎儿井技术进一步东传有所关联。而全新之“暗洞”,正是保障安全排水和行洪之关键。

## 二、蒙古西征与中亚水利技术东传

新疆、中亚等地区的水利灌溉,在很长的历史时期内,以坎儿井为主<sup>⑥</sup>。其技术特点,可以满足干旱和半干旱地区对温度(夏季)和灌溉水源的需求。关于坎儿井起源,李艳玲详细列举了学界现存的“汉代关中井渠说”“波斯说”“本土自创说”,认为“综合以上各种分析,新疆坎儿井源于波斯说相较更有说服力,其始凿年代仍有待观察。”<sup>⑦</sup>

法国学者童丕通过分析汉文文献指出,“坎儿井”不见于古代汉语词汇,为维吾尔语半标音词。汉唐时期西域并无此技术,直至17世纪中国内地水利技术人员仍不熟悉。他还指出坎儿井技术从内亚传入新疆的两个重要事件:一为蒙古征服内亚,二为伊斯兰教在新疆的传播<sup>⑧</sup>。此点尤其值得重视。

据美国学者布利特研究,萨珊波斯时代伊朗对棉花种植和棉布了解很少,而公元9世纪早期开始,伊朗内陆高原地区开始出现大规模棉花热潮。这股棉花热潮的基础是在需要坎儿井灌溉的土地上建立村庄(随着棉花热潮蔓延到中亚,其他的灌溉技术也逐渐盛行起来)<sup>⑨</sup>。他还指出,虽然在阿拉伯征服之前,中亚就存在棉花种植,但正是由于穆斯林的统治,才大幅扩大了棉花种植规模。

换句话说,这一时期以来,从伊朗高原向呼罗珊,以及中亚和新疆地区大规模扩散的棉花种植热潮,直接导致了与此相关的水利技术(坎儿井)大发展。往前追溯,则与阿拉伯帝国不断东扩和伊斯兰文化传播相关,这股文化传播热潮,至11世纪中叶后达到高潮<sup>⑩</sup>。

① [明]朱瀚纂修,胡玉冰、孙瑜校注:《(正统)宁夏志》卷上《河渠》,《宁夏珍稀方志丛刊》,中国社会科学出版社,2015年,第24-26页。

② [明]胡汝砺纂修,冯清重纂,胡玉冰、曹阳校注:《(弘治)宁夏新志》卷一《宁夏总镇·水利》,卷三《灵州守御千户所·水利》,《宁夏中卫·水利》,《宁夏珍稀方志丛刊》,中国社会科学出版社,2015年,第22-23页,第67页,第90页。

③ 《(嘉靖)陕西通志》卷三八《政事·水利》,此据胡玉冰、韩超、邵敏、刘鸿雁辑校:《陕甘地方志中宁夏史料辑校》,《陕西地方志编》之《三边水利》,上海古籍出版社,2015年,第178-180页。

④ 《(万历)朔方新志》卷一《食货·水利·宁夏》,第29-34页。

⑤ 《(万历)朔方新志》卷一《食货·水利·宁夏》,第29页。

⑥ 参见阿达莱提·塔伊尔:《新疆坎儿井研究综述》,《西域研究》2007年第1期;又新疆维吾尔自治区文物局编:《新疆坎儿井》第1册,科学出版社,2011年。

⑦ 李艳玲:《新疆坎儿井起源之争》,《中国社会科学报》2017年7月25日,第4版。

⑧ 同上。

⑨ 据布利特描述,伊朗农业最显著的特点,就是使用被称为“坎儿井”(qanat)的地下暗渠为干旱的土地带来灌溉用水,这项技术可以追溯到公元前6世纪到前4世纪的阿契美尼德王朝。见[美]理查德·W·布利特著:《9—12世纪伊朗的棉花、气候与骆驼》,孙唯瀚等译,罗新校,北京大学出版社,2022年,第56页;又中亚与西亚水利技术史研究简要综述,参见Moser Henri. *Irrigation En Asie Centrale: Étude Géographique Et Économique*. Ulan Press, 2012. pp.15-17.

⑩ 参见[美]理查德·W·布利特著:《9—12世纪伊朗的棉花、气候与骆驼》,第43页。



有关伊斯兰文化东传地域,在李志常所撰《长春真人西游记》中记述“又历二城,重九日至回纥昌八刺城。……有僧来侍坐,使译者问:‘看何经典?’僧云:‘剃度受戒,礼佛为师。’盖此以东昔属唐故,西去无僧道,回纥但礼西方耳。”<sup>①</sup>可证已抵达今新疆昌吉、乌鲁木齐一带。又据同书“北有故城,曰‘曷刺肖’。西南过沙场二十里许,水草极少。始见回纥决渠灌麦”,显示坎儿井技术,在今蒙古国西部与新疆、哈萨克斯坦以及俄罗斯接壤地区亦有使用。

蒙古西征中亚,尤其是花刺子模后,据志费尼记载:

简短说,蒙古人结束花刺子模的战斗,……再把居民中的工匠瓜分,送往东方诸国,现在,那些国土内,很多地方还有花刺子模人在耕垦和居住。<sup>②</sup>

其时在公元1220年末,工匠瓜分后送往的东方诸国,显然包括后来也被蒙古灭掉的西夏政权。《长春真人西游记》亦记述花刺子模陷落后之情形云:“方算端氏(花刺子模末代君主马合谋)之未败也,城中常十万余户。国破而来,存者四之一,其中大率多回纥人,田园自不能主,须附汉人及契丹、河西等。其官长亦以诸色人为之,汉人工匠杂处。”<sup>③</sup>

因西夏大部分国土在黄河以西,“汉籍称河西,自蒙古语转译,又作合申”<sup>④</sup>。蒙元时期,蒙古人称西夏国为河西,如拉施特《史集》记载公元1205年,“成吉思汗出征又名唐兀惕的河西国,占领了力卜勒乞寨和邻-罗失城,洗劫了唐兀惕地区。”<sup>⑤</sup>则应有相当多的回纥人,被逐渐送往东方地区,西夏即是其中一处重要安置地。

西夏时期,银川平原河东、河西分别存在七级(秦家)、汉伯两大干渠和汉延、唐来、李王三大干渠。尤其是河西地区,随着渠道行用日久,汉延渠周边逐渐因农田灌溉余水宣泄不畅形成若干湖泊,即“西河东、西各湖”。加之各干渠间亦有若干土地需因势利导,借用旁渠之水,亟待渠道工程革新。随着回纥人东来西夏,中亚地区水利技术也逐渐传入。但其进入宁夏,并与本地传统以引黄灌溉为主的水利技术相结合,最终碰撞出变革的火花,还有待时间沉淀。

### 三、水利技术进步之表现

元代水利灌溉之具体情形,史证较少。《元史·世祖本纪》仅云“(至元元年)五月乙亥,诏遣唆脱颜、郭守敬行视西夏河渠,俾具图来上”<sup>⑥</sup>,可见曾绘有《西夏河渠图》,惜已亡佚。《元史·张文谦传》云“浚唐来、汉延两渠。溉田十数万顷,人蒙其利”<sup>⑦</sup>,《郭守敬传》云:“先是,古渠在中兴者,一名唐来,其长四百里,一名汉延,长二百五十里。它州正渠十,皆长二百里,支渠大小六十八,灌田九万余顷。兵乱以来,废坏淤浅。守敬更立闸堰,皆复其旧。”<sup>⑧</sup>

元代渠道工程用料,只能据后出之《(万历)朔方新志》《(乾隆)宁夏府志》进行说明。前者载“汉、唐正闸二,水至两壩,为闸所束,势汹涌,故以巨木障其旁与底,中流列柱,分为三闸,驾桥构宇于上,

① [元]李志常原著,尚衍斌、黄太勇校注:《长春真人西游记校注》卷上,中央民族大学出版社,2015年,第123页。

② [伊朗]志费尼著:《世界征服者史》上册“XIX:花刺子模的命运”,何高济译,翁独健校订,内蒙古人民出版社,1980年,第148页。

③ 《长春真人西游记校注》卷上,第149页。

④ 见《长春真人西游记校注》卷上校者注释,第151页。

⑤ [波斯]拉施特主编:《史集》第一卷第二分册,第二编之“成吉思汗史编年纪要:编年纪要二:被尊为成吉思汗以前的年代—共十一年”,余大钧、周建奇译,商务印书馆,1983年,第346页。

⑥ 《元史》卷五《世祖本纪》,中华书局,1976年,第97页。

⑦ 《元史》卷一五七《张文谦传》,第3697页。

⑧ 《元史》卷一六四《郭守敬传》,第3846页。

亦奇观也。此董〔文用〕、郭〔守敬〕作者之妙”<sup>①</sup>，后者云“唐、汉两渠闸壩，皆元郭守敬、董文用旧制，向皆用木，岁久易朽，劳费不貲”<sup>②</sup>。可见在明后期渠道材料全面更易之前，元代渠道水闸所用材料，也以木材为主。

明正统年间庆王朱橚编《（正统）宁夏志》，述至元元年（1264）张文谦、郭守敬疏浚西夏河渠之事，增“濒河五州皆有古渠”文，改“它州正渠十”为“其余四州又有正渠十”，文末又增“夏人共为立生祠于渠上”文<sup>③</sup>。核诸元代当日事实，蒙古与西夏交兵以来，灌渠亦受很大影响，以致“废坏淤浅”。张文谦、郭守敬此次巡视浚渠，除中兴府（今银川市）内诸渠，还全面检视今中卫向北至青铜峡、吴忠沿黄一线渠道，并予以疏浚整修。而郭守敬“更立闸堰，皆复其旧”之举动，应是自蒙古灭西夏至明代之前，对宁夏地区渠道工程的一次全面整修，也为明代最终完成渠道工程技术更新，奠定重要基础。

基于以上叙述再来审视明后期隆庆、万历年间“易木为石”及增“暗洞、飞槽、底石”之技术变革。暗洞何用？因“西河在汉渠东，渠西各湖之水阻汉渠不能达，故穿汉渠下，斲石为洞，横通湖水”<sup>④</sup>，以宣泄农田灌溉余水。据清代王全臣《重修暗洞记》描述，暗洞乃穿汉延渠底而出，“汉渠南北流于上，而穴其下若桥洞然。虽高止数尺，广止丈余，而渠与两岸之堤宽至十有余丈，洞之长亦如之。深藏地中，潜渡伏流，望之幽邃杳冥，故曰暗洞也。”<sup>⑤</sup>“深藏地中，潜渡伏流”诸语，恰是暗洞之基本特征。

万历年间，汉延渠下有王澄堡（旧）、张政堡（新）两大暗洞。前者用木制造，多年行用，“宿水壅积，撒泻不便”。后者乃宁夏卫同知王三锡“督夫採石，创新洞”而成，用以“泻城南诸堡宿水”<sup>⑥</sup>。至清代乾隆年间，汉延渠沿线另有林皋、唐铎、魏信三处暗洞，王全臣云“魏信、王澄，较张政之洞为更大”<sup>⑦</sup>。以林皋暗洞为例，1997年翻建改造后的尺寸为2.5m×2.5m，洞身长68.5m，为一处大型暗洞（图3）。



图3 汉延渠林皋暗洞（今宁夏青铜峡市大坝镇林皋村）今貌

① 《（万历）朔方新志》卷一《食货·水利·宁夏》，第31页。

② 《（乾隆）宁夏府志》卷八《水利》，第153页下。

③ 《（正统）宁夏志》卷上《河渠》，第25—26页。

④ 《（乾隆）宁夏府志》卷八《水利》，第154页下。《（万历）朔方新志》所载有异，云乃“督夫採石，创新洞”，见《（万历）朔方新志》卷一《食货·水利·宁夏》，第32页。“採石”抑或“斲石”，笔者拟另行撰文探讨，此不赘述。

⑤ 《（乾隆）宁夏府志》卷二〇《艺文·记》，第475页上。

⑥ 《（万历）朔方新志》卷一《食货·水利·宁夏》，第32页。

⑦ 《（乾隆）宁夏府志》卷二〇《艺文·记》，第475页下。



飞槽何用?因“渠分布,东、西阻隔,往往有此渠之地而因势乘便,接引彼渠之水以接济者,则用木槽跨渠上通之,曰‘飞槽’。”<sup>①</sup>渠道工程材料的更新,是渠道整体工程技术更新的基础。“易木为石”后,可以消除前代斗门、闸口易腐朽之弊端。在渠道中铺设底石,又可据实际使用年限,较为科学地测量泥沙淤积数据。冬季封渠断水后,至来年春季开渠,可减少渠道清淤工时。

因暗洞“穿汉(延)渠下”,渠底多为硬质砂石,故其凿通后,支护衬砌之关键在于“斲石为洞”。但其具体操作,应与《农政全书》中所载“明挖法”相异<sup>②</sup>,其“穿岸之傍,或溪流之曲,穿地成穴,以砖石为圈,引水而至。若别无隔碍,则当踏视地形,用策索度其高下,及经由处所,画为界路。先引濬犁耕过,后复浚掘,乃作斲穴,上覆元土,亦是一法。”<sup>③</sup>“明挖法”乃是先将地面挖开,露天修筑衬砌,再回填覆盖。从工程技术上讲,关键在于埋深,其原理明显与采用暗挖法之暗洞,有本质区别。不过蒙元以后中亚水利技术传入河西走廊后,当地也曾出现与暗洞施工原理十分相近之渠道,可作旁证。

甘肃省酒泉市肃州区洪临灌区的明代洞子渠遗址(图4)是为典型例证。为引祁连山雪水灌溉,当地人因地制宜,在临坡处确定引水渠口,后续渠道完全埋于山坡之下,沿线凿有若干洞口以运出挖渠时之沙土。根据相关工程原理,整个洞子渠道均保持在同一水平面上,成功地将水引向山下农田灌溉,构思相当巧妙。据兰州大学张景平教授阐述,明清以来河西走廊的洞子渠,一定程度上也借鉴了中亚的坎儿井修筑技术<sup>④</sup>。



图4 甘肃省酒泉市肃州区洪临灌区洞子渠遗迹(左上:运沙土出口;右下:行水渠道)

如布利特所说,挖掘坎儿井需要在附近山脉或丘陵的某个上坡处开凿一口“母井”,以确定到达地下水位的深度和水从周围潮湿的土壤渗入空井的速度。“母井”确定后,专家根据地下暗渠的方向和长度,利用重力将水从“母井”流到干旱的村庄,这些水最终汇入地表径流,用于灌溉、饮用、清洗等<sup>⑤</sup>。明此即知,斲石为洞,穿渠引水,暗洞形制与坎儿井传入河西走廊后,当地创制的洞子渠,颇相类似,主要目的在

①《(乾隆)宁夏府志》卷八《水利》,第155页上。

②至明末万历年间徐光启撰著《农政全书》,其关于中原地区水利灌溉技术集大成部分的《水利·灌溉图谱》中,仍未有关于“採石”及“斲石为洞”的“暗挖法”之记载。故而笔者据蒙元以来若干史料记述及明代前期水利发展的一般情况,进一步讨论“暗挖法”的技术源头,即可能来自于蒙古征服中亚地区后东徙回纥工匠至旧西夏境内之举动。

③[明]徐光启撰,石声汉校注,石定扶订补:《农政全书校注(上)》卷十七《水利·灌溉图谱·阴沟》,中华书局,2020年,第514、518页。

④参见张景平:《丝绸之路东段传统水利技术初探——以近世河西走廊讨赖河流域为中心的研究》,《中国农史》2017年第2期。

⑤[美]理查德·W·布利特著:《9—12世纪伊朗的棉花、气候与骆驼》,第31页。

于沟通汉延渠周边湖泊,调节水量。而飞槽主要是为沟通各渠,跨渠引水,即《农政全书》所谓“驾槽,……若遇高阜,不免避碍,或穿凿而通。若遇坳险,则置之叉木,驾空而过。若遇平地,则引渠相接,又左右可移。”<sup>①</sup>针对不同地势条件,飞槽也设定相应形制。

回纥人东来西夏,带来了坎儿井的“暗挖法”技术,与以引黄灌溉为主的本土宁夏水利技术相融合,从而推动了元、明时期宁夏水利技术的进步,最终于明后期隆庆、万历年间,全面完成水利技术革新。渠道工程材料“易木为石”后,修筑深藏渠底地中之“暗洞”成为可能,更使构筑空间交叉的渠道得以实现,比较成功地解决了宁夏引黄灌区长期存在的水利问题。促进宁夏水利技术发展的同时,也为中国水利技术史增添了浓墨重彩的一笔。

#### 四、中、西文化交流视野下的宁夏水利技术发展

如何在中国史和世界史视野下,全面认识元、明时期宁夏的水利技术变革?对于明代后期完成“易木为石”和增“暗洞、飞槽、底石”革新的宁夏引黄灌溉水利,又该如何评价?

自秦汉以来,作为北地郡下辖之一县,宁夏地区僻居西北边塞一隅之地,地处汉帝国与塞外游牧部族对峙冲突之前线,幸有黄河之利,得以开垦灌溉,发展水利。东汉中期以后,凉州多次爆发羌人动乱,威胁西北边疆安定。宁夏地区数被其扰,朝廷多次实行“坚壁清野”政策,北地郡甚至一度内迁关中。膏腴之地已弃,水利发展亦受到影响。南北朝时期,北方陷入动乱,史籍中鲜有宁夏水利之记录。

北魏统一北方后,在北部与柔然对峙一线,设置数个军镇,作为黄河上游唯一适合大规模农业生产的区域,宁夏地区再次进入鲜卑统治者的视野,水利事业得以恢复。艾山渠修成后,薄骨律镇一跃成为北魏西北边疆产粮重地,除了供给本镇,还负责向东北方的沃野镇供给军粮。沃野镇军事防御功能的发挥,离不开薄骨律镇的粮草支援,同时薄骨律镇粮草通过黄河转输,也是历史时期黄河上游大规模水运的肇始。

及至唐代,以河西地区大规模开发和干、支渠建设为标志,宁夏地区再次迎来水利建设高潮。也是从此时开始,河西逐渐成为西夏以及宁夏的核心区。从河东到河西,既是水利开发不断深入的过程,又是人类活动与自然环境关系不断演化发展的过程。

唐代北部边防,灵州地位极重。开元天宝之际,以灵州为中心的朔方军,肩负北部防御重任,更兼有制衡东(范阳、平卢)、西(河西、陇右)之效。唐北部政治军事格局之稳定,有赖于此,安史乱后,肃宗籍此始得登基。唐前期空前繁荣,中、西文化交流频繁,中亚两河流域的粟特人,多东来经商或入唐为官。在今甘肃武威和宁夏固原地区,发现大规模的粟特家族墓地,但出土墓志和传世文献中,均未透露有关水利技术东传的只言片语。但整个唐后期,尤其吐蕃东进后,灵州地位下降,悬隔关外,与长安沟通之传统道路,亦受阻碍,只得沿河而下至天德军,取道陕北,始达关中。西夏时期,银川平原水利一仍其旧,仅若干管理制度有所调整。西夏控制范围虽越过贺兰山,抵达河西走廊,但直至此时,水利技术的交流交融,仍未开展起来。

对中原农耕居民来说,修渠造堰,因地制宜选择建筑材料,都是很自然的事情。但从科学的水利技术上讲,却又相当专业。以干旱半干旱地区的坎儿井为例,正如布利特所说,由于建造坎儿井涉及地理、工程、建筑等多种知识,第一步即需要请一位设计坎儿井的工程专家。

纵观蒙元之前的宁夏地区水利史,因其临近黄河,具备开发的先天优势,故起步很早,水利经验积累较足。但从宁夏地区所处的地理位置看,夹处鄂尔多斯与贺兰山之间,地域相对比较封闭。即使西汉开通西域后,中、西文化交流之支线也仅从宁夏南部经过,宁夏地区夹处中原农耕文化与草原游牧部族文

<sup>①</sup>《农政全书校注(上)》卷十七《水利·灌溉图谱·架槽》,第508页。

化之间,作为中原农耕文化最西北的延伸地,以引黄灌溉为主的农业生产,就如此自给自足地发育发展,更别说受河西走廊以西的文化因素影响了。

如何消除唐代末年以来这种因地域阻隔而存在的技术交流障碍,使传统地理认知范围外的人员和技术加速流动,须有待蒙古帝国的崛起。蒙元帝国之兴起,是欧亚乃至世界史上的重大事件,世界历史走向完全改变,极大促进了世界各地文化交融进程。现今学者多将13、14世纪称为“蒙古时代”,成吉思汗的军事征服,使亚欧地区城邦小国、定居部落之间的壁垒得以打破,东、西两大文明通过发达的邮驿系统连接,亚欧大陆各文明整合至全新的世界秩序,成吉思汗可谓缔造全球化世界的第一人<sup>①</sup>。

在此背景下,我们再来审视公元1220年成吉思汗大军攻破花剌子模后,瓜分居民中的工匠并送往东方各国的举动。据李志常的记录,其中有相当一部分回纥工匠都被安置在西夏境内。这一事件,可能是元、明时期宁夏水利技术变革的源头。蒙古与西夏长期交战,西夏境内水利设施多遭破坏,至元元年(1264)张文谦、郭守敬巡省西夏的首要任务,即恢复重建“废坏淤浅”之灌渠,但仅“更立闸堰”,使其正常使用。

中亚水利技术伴随回纥工匠东来西夏,但中亚干旱、半干旱地区因地制宜使用坎儿井的水利文化,融入以引黄灌溉为主的中原农耕水利文化的历史过程,却仍相当漫长。两大地域文化如何交流碰撞,尚需时间沉淀。元代之前的宁夏水利,仍属于前、后代相沿的“历史习惯法”时期。如何冲破“历史习惯法”的束缚,有待合适的历史和现实时机。

宁夏水利经过上千年发展,干、支渠体系趋于完备,但如何调节诸干渠周边湖泊水量,宣泄农田灌溉余水,使其不致影响渠道,以及解决各大干渠间之若干土地需因势借用旁渠之水,又成为元代以后一大水利问题。历史进程和本地实际,皆迫切要求渠道工程技术之革新。

经历蒙元至明代较长时间过渡,东来的中亚水利技术得以融入本土,并成为解决元代以后宁夏地区出现的一系列水利问题的必备办法。明代后期因地制宜,与时俱进,及时更新渠道工程材料,在此基础上,借鉴坎儿井修筑暗渠的技术,采取“陂石为洞”之暗挖法,开凿暗洞沟通汉延渠东、西湖泊,解决引黄灌渠长期行用而存在的农田灌溉余水宣泄不畅和行洪困难等问题,进而保护渠道。同时在各干渠间修筑飞槽,浇灌干渠间因引水困难而欠浇的田地,提高土地浇灌率和水资源利用效率。

## 结 语

宁夏地区水利灌溉文化历史悠久,但相对封闭的地理环境和前后相沿的人文习惯,一定程度上阻碍了本土水利技术创新。得益于蒙元时期消除东、西阻隔,文化得以交流交融,中亚水利技术东来后,先后在河西走廊和宁夏地区落地生根,形成具有独特地域特征的发展经验。而元、明时期宁夏水利技术的变革,在促进宁夏水利技术新的变化与进步的同时,最终也为华北地区水利灌溉谱系贡献了相当独特的“宁夏经验”。

(责任编辑:徐定懿)

<sup>①</sup> [美] 杰克·麦基弗·威泽弗德著:《成吉思汗与今日世界之形成》“代序”,温海清、姚建根译,重庆出版社,2009年,第12页。