

长长的坎儿井 大大的工程智慧

撰文 / 徐伟伟（吐鲁番市水利科学研究所）

在我国西北边陲的新疆吐鲁番地区，横卧着一项伟大的水利工程——坎儿井。它宛如一条隐匿于地下的巨龙，默默滋养着这片广袤的土地，至今已有千年历史。坎儿井不仅有着“地下长城”的美誉，更是一项至今仍在使用的“活”的文化遗产，其蕴含的工程智慧令人惊叹。

精妙的系统构成

坎儿井主要由竖井、暗渠、明渠和涝坝四部分组成：

- 竖井：犹如巨龙的眼睛，分布在地面之上，用于挖掘、通风和采光。每条坎儿井的竖井数量不一，少则几眼，多则数百眼。首部竖井最深可达120米以上，竖井间距一般从上游的60~100米逐渐减小到下游的10~30米。这些竖井为施工人员提供进入地下的通道，在施工中起到通风换气作用，保障施工人员安全；在使用过程中，也便于对暗渠的清理和维护。

- 暗渠：是坎儿井的核心部分，如同巨龙的身躯，蜿蜒于地下。暗渠分积水段和输水段，一般长度为3~5千米，最长可达10千米以上。古人在挖掘时巧妙利用地形坡度，使暗渠在地下自然形成一定坡度，实现水流的自流。

- 明渠：将暗渠引出的水输送到农田的地面渠道，如同巨龙伸出的手臂，把生命之水播撒到田间地头。

- 涝坝：像是一个“水仓库”。在灌溉用水低谷期，储存多余的水；用水高峰期，及时为灌溉提供充足水源。同时，经涝坝蓄水，水温能得到一定提升，更适宜农作物生长需求。

艰辛的开挖工程

古代坎儿井施工条件极为艰苦，施工工具主要有定位油灯、坎土曼、辘轳、编筐等。开挖工序复杂且需精准规划：

首先要寻找水源并确定方向，需深入了解当地地质、水文等条件。古人通过观察地形、植被以及泉水出露情况等，判断地下水源位置和流向。确定好水源和方向后，开挖出水口并向上游开挖暗渠。暗渠开挖一段距离后，从地面向暗渠方向开挖第一口竖井，施工人员一铲一铲挖出泥土，借助辘轳等工具将泥土提升到地面。接着继续开挖暗渠，再开挖第二口竖井，依次递推，直至水源水量满足要求。

在人员充足时，古人会合理分工，分成两批或更多。部分人员负责开挖暗渠并运输弃土，另一部分人专门开挖竖井，这种分工协作加快了坎儿井开挖的效率和进度。然而，一条坎儿井建成往往需耗费巨大人力、物力和时间，常需几代人的努力，凝聚着无数先辈的心血和智慧——是他们凭借坚韧毅力与对美好生活的向往，创造了这一伟大水利奇迹。

卓越的工程特性

- 自流输水，节能高效：坎儿井暗渠利用天然地形坡度，使水流在重力作用下，从潜水区经暗渠流入涝坝，再通过明渠灌溉农田，全程无需提水设备，实现水资源自流输送。既节省人力物力，又保障灌溉用水稳定供应，展现古人对自然规律的深刻理解与巧妙运用。

- 减少蒸发，节水高效：吐鲁番气候干旱，蒸发强烈。坎儿井埋藏地下，集输水过程几乎无蒸发损失，渗漏水补回地下水，避免水资源浪费。相比地表水利工程，水资源利用效率极高，是干旱地区节水灌溉典范。

- 天然净化，水质优良：坎儿井全程地下输水，有效隔绝人为污染，水质天然纯净。2011 – 2020年监测数据显示，其水质持续符合《地表水环境质量标准》Ⅱ类标准，能充分满足农业生产与居民生活用水需求。

- 生态友好，和谐共生：坎儿井不仅是水利工程，更是独特生态系统，为18种脊椎动物提供栖息地；明渠、涝坝等形成特色生态空间，促进生物多样性发展。其渗漏回补地下水，维护地下水平衡，实现人与自然和谐共生。

千年的发展历程

根据文物调查，坎儿井有很长历史。从碳同位素测年成果及相关历史文献可知，至15世纪初期，吐鲁番已出现坎儿井，至少有600年历史。19世纪初，坎儿井发展缓慢；从19世纪中期到20世纪60年代，坎儿井进入快速发展期，期间经历三次大的发展高潮：

- 第一次：清道光年间林则徐遣戍新疆后，大力推广坎儿井建设，坎儿井数量和规模显著提升。
- 第二次：民国初年至新疆地方主政期间，积极鼓励民众开挖坎儿井，推动其进一步发展。
- 第三次：20世纪50 – 60年代，在国家政策支持下，坎儿井迎来又一次建设高峰。20世纪70年代以后，随着地表引水工程和机电井取水工程大量发展，新坎儿井开挖基本停止。

根据《新疆维吾尔自治区第三次全国文物普查成果集成——新疆坎儿井》（2009年），吐鲁番市共有坎儿井1108条，占全疆的72%，其中高昌区508条，鄯善县376条，托克逊县224条。据水利部门2023年调查数据，全市有坎儿井共计173条（高昌区89条，鄯善县57条，托克逊县27条）。尽管坎儿井数量较过去减少，但现存坎儿井在吐鲁番地区农业灌溉和生态维护等方面仍发挥着不可替代的作用。

辉煌的荣誉成就

坎儿井价值获广泛认可，荣获众多荣誉：

- 2006年，“坎儿井地下水利工程”被国务院公布为全国重点文物保护单位；同年，“吐鲁番坎儿井水利景区”被水利部确定为“国家水利风景区”。
- 2014年，“坎儿井开凿技艺”被国务院公布为国家级非物质文化遗产。
- 2024年，“吐鲁番坎儿井”入选世界灌溉工程遗产名录。

这些荣誉不仅是对坎儿井历史文化价值的高度肯定，也激励人们更加重视对坎儿井的保护和传承。坎儿井水利系统是古人智慧的结晶，是中华文明的瑰宝——它以独特工程设计、卓越综合价值，在干旱地区创造了水利奇迹。在新时代，我们应继续传承与保护这份珍贵遗产，让“地下长城”永续流传，为人类文明发展持续贡献力量。

编辑 / 地力夏提·买买提

