

灵渠地质地貌初步研究

宗凤书

(桂林冶金地质学院)

摘 要 灵渠位于广西东北部的兴安县,建造于公元前214年的秦朝,是联接湘江和漓江的一条人工运河。灵渠的建造是利用了分水岭上特定的有利的地质-地貌条件,即:1.地质构造上的低点;2.分水岭上强烈喀斯特化的峰林平原地形;3.从漓江到湘江新构造运动为掀斜式上升。

灵渠位于广西壮族自治区东北部兴安县境内,是沟通长江水系和珠江水系的一条运河,也是联结湘江和漓江的运河,建于秦始皇26年至33年,即公元前223—214年,是秦时三大水利工程之一,与都江堰、郑国渠齐名。灵渠修建的目的是秦始皇为了征服岭南,完成统一大业,而命史禄凿渠运粮,由史禄及秦军将士经历9年之期建成的一项伟大工程。自秦至民国,灵渠经历了一个由粗创到逐步完善再到冷落萧条的过程。在建渠的历史过程中,秦史禄是奠基者,开创了灵渠的基本面貌,但在西汉时就水道多绝、难行,可见初创工程并不完善,及至东汉光武帝时,为了征服交趾,马援将军重新疏通整治,其年代约为公元41年。以后到武则天时代,在桂林开凿了相思埭运河,将漓江与柳江联系起来,当时灵渠和相思埭都应是可通航的水道,来自长沙的船只,可经过这两条水道转运至柳州、宜山,更远可至南宁。其时应为七世纪末八世纪初,之后,灵渠又逐渐衰败,到九世纪(唐宝历初年)李渤(观察使)又重修灵渠,以利舟行,并创建了南、北斗门及铍咀,使面貌有大的改观,据记载,工程质量差,到九世纪七十年代,鱼孟威又重修,宋代对灵渠又作过多次修整,使整体结构趋于完善,有铍咀、大小天平、秦堤及三十六斗门(陡门),渠水既能通舟又能灌溉。元、明、清各朝代均有多次维修,但均在宋代奠定的基础进行。宋以后的史实较详,有多次洪水冲毁灵渠工程的记述,洪水中最重大的一次是光绪十一年(公元1885年)的特大洪水,冲断了铍堤,并造成了南北水道的淤塞。1936年以后由于湘桂铁路的通车,灵渠失去通航的作用,逐渐冷落萧条,近年来又重新修复开发,使这一古老的工程旧貌换新颜。

二千二百余年来,灵渠经历了若干次兴衰变化,记录了我国历代人民利用和改造自然的丰功伟绩。灵渠的研究资料浩如烟海,但于地质、地貌的研究却寥如辰星,作者曾在兴安及灵渠等处带教学实习作过多次调查,对灵渠地区的地质、地貌背景有些粗浅的看法,以此向专家们讨教。

一、灵渠工程组成及现状

灵渠包括渠首和渠道两部分,渠首工程设置在兴安县城东南约2公里的旧称美潭今称分水塘处,习惯上把该处以上湘江称为海阳河。渠首工程主要包括大小天平,铍咀、北水道、南水道,北斗口、南斗口等项,现分述如下:

(一)渠首部分：1.大、小天平：按水工建筑术语，是一座重力砌石坝，坝顶溢流，平面呈夹角 108° 的人字形折线，其功能是抬高河水，将水流由大天平（344米）经北斗口导入北渠，由小天平（130米）经南斗口导入灵渠（又称南渠）。坝体断面呈梯形，下游倾斜面坡度约1:10，坝顶宽约2米，用巨方石平铺，铁锭连锁，坝高约3米（高出河床）；2.铤咀：从大小天平结合部向上游修筑的一条砌石坝，宽约20余米，高出水面约3米，长约180米（与古籍记载长60丈相合）外形前尖后钝，以分流江水，1885年洪水将铤堤拦腰冲毁，现今立有“湘漓分派”碑亭的铤嘴是经修复后的残余部分；3.北、南水道：铤嘴分流后原河道的北、南两部分；4.北、南斗口：北、南水道末端水闸称斗口，河水经北斗口入北渠回归湘江，经南斗口入南渠流入漓江。

古代认为铤咀将海阳河水三、七分，三分入漓，七分归湘，其根据系以铤咀将河面宽度划分为三、七比，以及大小天平的长度近于三、七比。根据1939年“灵渠勘测报告”实测，在枯水季节流入灵渠的水量占海阳河的36—43%，而丰水季节仅占4.6—26%，表明分水比例不是固定的。1985年8月—11月又进行七次实测，其结果是：除一次例外，其余6次均为入南渠的水量大于北渠，平均的流量比例是六分入漓，四分归湘，追溯历史，1885年大洪水将铤咀破坏，南水道被泥沙淤塞，水草淹没，河水是经过铤咀中部的裂口，由北水道分流而来，因而远不是古代铤咀完整时的分流情况。在航片上，南、北水道的宽度比（航片比例尺约1/4.5万）为0.37:0.63，除了河面宽度外，水深、流速以及在不同水位季节时水深、流速的变化都影响到分水比例，三七分水的情况已不复存在。

从航片观测，大小天平以上河段淤塞是比较严重的。明显的有三处：南水道沙洲、裂口三角洲、江边村沙洲，三处以平均厚度2米计则淤积体积合计为76500米³。北水道普遍被泥沙淤浅，进入北斗口的河床淤高，北水道水位抬高0.22米，致使由裂口进入南水道至南斗口一段的水势湍急，水深比北斗口处深，因而在低水位时，进入南渠的水量反比北渠为大见下表。

1985年8—11月测流情况表

位 置	平均水位标高(米)	平均流量(米 ³ /秒)	平均水深(米)	流量比
南 渠	213.188	3.547	1.078	0.60
北 渠	213.404	2.351	0.718	0.40
合 计		5.898		

关于1885年6月洪水（即清光绪十一年五月）经杨光、郭树整理历史资料，得出1885年6月12—18日珠江流域暴雨，暴雨中心有两处，其中之一在全州、兴安、灵川、桂林一带，据推断当时洪峰流量为1850米³/秒，洪水位标高为218.59米，（此两数据尚需查证），灵渠受灾情况是分水堤、大小天平，及沿河堤岸冲塌甚多，石脚亦被冲翻，当年进行修复，文献中记载有“因铤堤旧址填阙改置下游三十丈外”，即指今之铤嘴，被冲断铤堤的下游段。

(二)渠道部分：分为北渠和南渠。北渠自北斗口起至上泥塘，长约4公里。南渠即灵

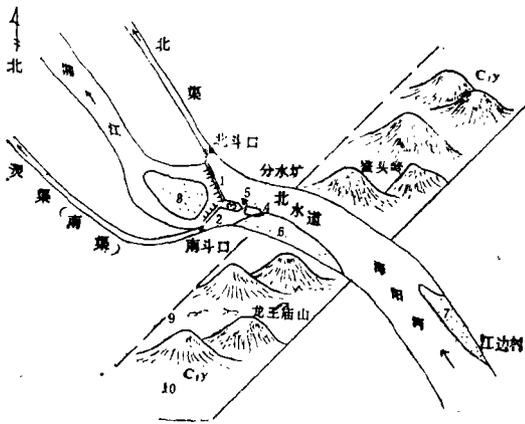


图1 灵渠渠首(分水岭)现状图
Fig. 1 The Present Situation around the Head Project of Lingqu Canal
1.大天平; 2.小天平; 3.今钵嘴; 4.古钵嘴; 5.小三角洲; 6.南水道沙洲; 7.江边村沙洲; 8.沙洲; 9.推断层; 10.下石炭统岩阶砂岩、页岩

渠,自南斗口起至水街入大榕江止,全长30公里,其中人工挖5公里,利用和改造自然河道25公里。按地形及水文特点分为三段,上段南斗口至灵山庙,12公里,其中5公里为人工开挖,平均宽8—10米,深1.2—1.5米;中段灵山庙至画眉塘长8公里,平均宽约20米;下段画眉塘至水街长10公里,河宽约40米,深达2米。人工开挖5公里,是从南斗口向北经过大湾斗、穿越城岭(在太史庙处)至点灯山下与始安水相会合处。修建初期的选线,可能有两个方案,一自分水塘穿越城台岭(兴安城所在的土岭),另一条即现今的路线,前者穿越分水岭的宽度约500—600米,挖深30米,而后者仅宽300米,挖深为20—30米。虽然前者看似顺直,而后者绕了一个大湾,但后者的工程量要小,因而筑渠者们选定后者。

二、地貌特征

灵渠附近地貌复杂多样,有气势雄伟的越城岭花岗岩地貌,有瑰丽清秀的严关峰林谷地,也有风景绮丽的湘江河谷平原等等。不同类型地貌的组合,最主要的是在越城岭的南麓,在质纯的泥盆系石灰岩基础上形成一个低谷,一个地貌上的缺口,成为湘、漓两水系之间最短、最薄弱的分水岭,正是对于这个特定的地形的利用和改造,才导致了灵渠的开凿成功。

(一) 侵蚀构造中山地形(I): 分布在灵渠渠道南北两侧。北侧(I₁)为越城岭,是南岭山系西端的一个著名的山岭,核心部分是加里东期的花岗岩,南部边缘主要是晚古生代的沉积岩建造,核心部分形成高大块体状的中山地形,主峰标高2141.5米,向南为逐渐低矮的层状单面山,过渡为峰林谷地。山体走向东北。南侧(I₂)为东山背斜组成的山岭,主峰东山标高1297米,主要由奥陶系及泥盆系的砂岩、页岩及所夹的石灰岩组成的层状山岭,在卫片上东山表现为穹状。东为湘江河谷,西为漓江上游大榕江河谷夹峙,向北则逐渐过渡为严关峰林谷地。

(二) 峰林谷地(II): 以严关为中心,沿灵河及其支流段家河分布,直到西江口。受东山背斜构造的影响,呈向东北凸出的弧形,上游段(段家河)呈南东—北西向,下游段呈近东西向至画眉塘处由于灵川大断裂的影响谷地宽度突然收敛。长约16公里,宽约4—5公里,河床标高由250米至202.7米,峰顶标高一般为300—397.7米,峰林密集于中部即灵山陡至严关一带,约有70余座孤峰立于河谷平原之上,密度为每平方公里5座,峰体由上泥盆统的融县组石灰岩组成,山峰玲珑剔透,颇似桂林风光。山峰具有北东向成行,北西向成列的格局,系受区域两组共轭节理控制所致。

(三) 峰丛洼地 (Ⅲ)：分布于峰林谷地外围，又分为两部份：北东侧 (Ⅲ₁)，以点灯山为核心，面积约 5 平方公里，峰顶标高 300—344 米，洼地标高多在 200 米以上，山势呈北北东向，地层为上泥盆统融县组及下石炭统大塘阶的石灰岩，始安江即发源于该地貌单元的东部，水源为低洼处的泉水及小型湖沼，源头标高约 220 米。

南西侧 (Ⅲ₂) 即黄龙坪一带，面积约 6 平方公里，峰顶标高 300—445 米，地层为东岗岭组石灰岩，山势走向北东，在构造上，属东山背斜向北东倾伏端的一部分。也是由中低山向峰林谷地的过渡地带。

(四) 峰丘洼地 (Ⅳ)：分布于南花岭，台子岭一带，为北东走向的标高介于 250—400 米的石灰岩山丘，比高小于 100 米，地层以大塘阶的石灰岩为主，该单元处于越城岭东南侧向湘江河谷平原过渡的山麓地貌类型。

(五) 低山丘陵 (Ⅴ)：分布于拓园至西岭一带，具南高北低的势态，南部低山最高 517 米，向北为 250—260 米的丘陵，该单元地层主要为岩关阶的石灰岩、白云岩夹砂页岩，构造上为拓园向斜，形成北东敞开、南面收敛的层带状山丘，在航片上其形酷似向南西前进的船头及其两侧泛起的水浪。海洋河与湘江交接处的分水塘，位于拓园向斜东南翼，由砂岩组成的层带状低山丘陵的一个缺口，相当于船的左弦，过此缺口，湘江即进入了坦荡开阔的河谷平原。该缺口由鳌头岭及龙王庙山夹峙。

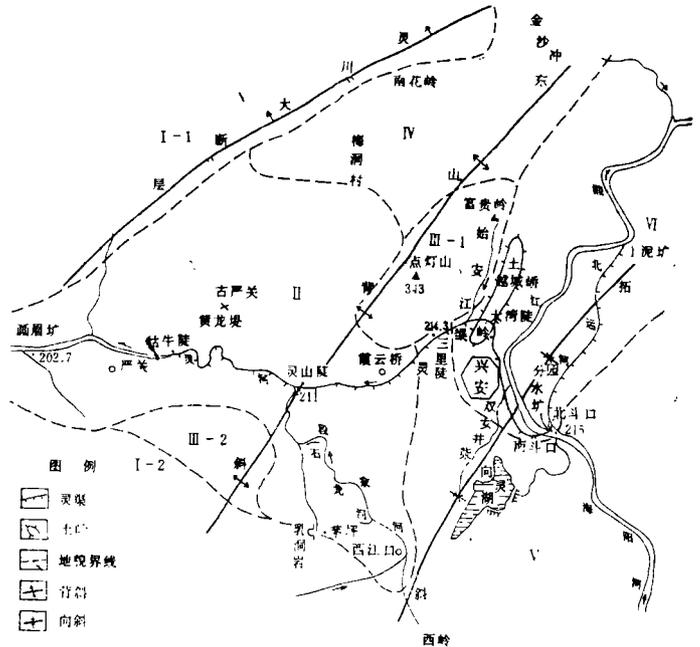


图 2 灵渠地貌地质图
Fig. 2 Geographical and Geological Map of Lingqu Canal

(六) 河谷平原 (Ⅵ)：湘江两岸的河谷平原由上游向下游迅速撒开，至北渠入湘江处的上泥塘，宽度已达 6—7 公里。河谷平原包括 I、II、III 级阶地，以 II 级阶地最为开阔，冲积层为砂砾及粘土，厚 10 余米。湘江左岸阶地上有两个特殊的单元，一是越城岭，一是城台岭 (兴安县城所在)，呈北东向平行河流分布，是两座长条形土岭，标高 230—240 米，由粘土，亚粘土夹砂砾石组成。粘土为红色，黄褐色，砾石有一定的磨圆度，但分选性差，厚度 20—30 米，与桂林东区三里店的红土砾石阶地极其相似，为湘江的 III 级阶地。

三、地质特征

灵渠能修建成功并保持二千余年的运转不衰，除利用其特定的地形地貌条件外，还与其

地质基础有关。

(一)地层:灵渠所流经地带之地层主要为泥盆系、石炭系及第四系。泥盆系下统为砂岩及页岩,中统下部为郁江组砂岩,上部为东岗岭组石灰岩,上统为融县组浅灰色质纯厚层块状石灰岩,融县组在渠道范围内分布的喀斯特地形最广。石炭系仅见其下统岩关组和大圩组,是一套砂页岩为主夹石灰岩、泥灰岩,分布在湘漓两江的分水岭上,形成低山丘陵。第四系主要分布在湘江两岸阶地上,为上更新统及全新统的砂及砾石粘土、亚粘土。

(二)地质构造:从宏观角度看,灵渠座落在柘园向斜与东山背斜两个褶皱带上,而灵川大断层成为其西界,分述如下:

1.柘园向斜:轴向约 $N30^{\circ}E$,向北逐渐转为近南北,故总体呈一弧形,是向西突出的桂林弧形构造北翼消失端。向斜北端倾伏,南翘起,灵渠上段即处于翘起端为柘园低山丘陵的东侧,轴部为岩关阶和大圩阶,开阔平坦,有次一级的褶皱。

2.东山背斜:轴向 $N30^{\circ}-40^{\circ}E$,由下奥陶统黄隘组、上泥盆统融县组和下石炭统岩关阶组成,轴部开阔平坦,产状近于水平,石灰岩质纯、厚层,给喀斯特发育提供了良好条件。该背斜是桂林弧形构造北翼的一部分。严关附近融县组石灰岩中 x 形共轭裂隙发育,一组为 45° ,另一组为 320°

3.灵川大断层:自灵川经兴安到全州,是一条区域性大断裂,它在画眉圩下游不远处穿过灵渠,成为灵渠中、下段天然分界点,也是灵河河谷形态的分异点,该断层走向 $N40-50^{\circ}E$,逆断层,倾向北西,断裂带标志甚为明显,属燕山期以来的活动性强的断层。

从地质条件分析,灵渠的兴建利用了以下的有利条件,首先是分水岭上的软地层易于喀斯特化形成低洼地形的石灰岩层,因而分水岭容易穿越。其次从构造上,灵渠处于东山背斜向北东倾伏端和越城岭花岗岩南缘倾伏端的交叉部位,正是构造上的低谷,这个低谷在地形上表现为南北两山夹峙的严关峰林谷地,成为嵌入分水岭上的一个天然通道。再次,从新构造运动分析,桂东北是掀斜式的抬升,也即湘江流域比漓江流域相对升高,漓江比洛清江(柳江支流)相对升高的格局,致使漓江袭夺湘江,漓江支流灵河及其更小一级支流始安水的延伸走向,表明了袭夺的趋向。以上三点在兴安县城附近汇集,因而使那里成为联结两江的最佳位置。

(三)渠首及附近地质条件:渠首部分的地层自上而下为:

1. Q_4^{al} 冲积层 厚3.6—6米,下部为砂、砾石,上部为砂砾石夹较多的亚粘土;2. Q_3^{pl} 黄色粉质粘土、粉红色砂质粘土,厚4—9米,其成因类型为残积型;3. C_{1y} 严关阶灰黑色薄层泥质灰岩夹钙质页岩,产状 $310^{\circ}\angle 25^{\circ}$,倾向下游,倾角平缓,基岩表面大约在标高200米左右。

渠首的工程地质问题如坝基承载力,抗滑稳定,坝基渗漏、稳定,经二千多年的运转均未发生问题,表明其基岩以及残积层的工程地质性能是良好的。

渠道部分的地质问题主要是自南斗口起,傍城台岭称为秦渠的一段,传说曾失败了若干次,尤以飞来石附近工程最为艰巨,其地质结构是岩关阶的石灰岩上覆盖一层厚仅2—3米的砂质粘土,城台岭和湘江间的地形很狭窄,当时紧靠山脚开渠,渗透途径短渗透坡降大,机械潜蚀作用强烈,故使渠道易于破坏,及至后来,将渠道向城台岭麓内挖掘,露出飞来石,渠道位于飞来石左侧,才使渠道趋于稳定。飞来石并非孤立的,它是一个残余的小孤

峰，其基底在河床旁可见，为岩关阶深灰色石灰岩。

四、结束语

从地质角度来看灵渠，有两大特色，其一灵渠是在喀斯特区域内、复杂的水文和地貌条件下，成功的沟通两大水系的人工运河，在我国及世界喀斯特区域内，这一工程是首屈一指的，为开发利用喀斯特水利水能工程的古代典范。其二是灵渠的设计和修建利用了特定的有利的地质-地貌环境，秦史禄所选择的线路及渠道上的各种水利设施，用现代观点评价，是最佳选择，足见我国古代科学技术的水平。

自1936年湘桂铁路取代灵渠功能以来，渠道维护粗疏、水原减少、航道淤塞、已无舟楫之利，仅作为农田灌溉，及国家重点文物保护单位，供旅游观光和考古研究。

参 考 文 献

- [1] 广西水利水电科技 灵渠考察文集 1986年9月 广西水利电力厅出版
[2] 郑连第 灵渠工程及其演进 广西水利电力科技 1985年3期 广西水利电力厅出版

PRELIMINARY STUDY OF GEOLOGICAL- GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS OF LING CANAL

Zhong Fengshu

(*Guilin College of Metallurgical Geology*)

Abstract

The world famous Ling Canal passing through the Xingan County in the northeastern part of Guangxi was excavated in 214 B. C. in the Qin dynasty. It links the Xiang River, a tributary of the Yangtze River, with the Li River, a branch of the Pearl River.

The construction of the Ling Canal had made use of the specific favourable geological-geomorphological conditions of the water divide, e. g., 1) the lower point of geological structure; 2) the intense karstification on the divide i. e., the landform of peak-forest plain; and 3) the tilted uplift caused by neotectonic movement in the area from Li River to Xiang River.