

澳门桥梁的发展

梁文耀

(澳门工程师学会理事长)

摘要: 澳门的土地不足26平方公里, 人口40多万, 却拥有4座桥梁及一条连贯公路。而澳门的桥梁发展, 均与其本身经济发展息息相关。

1. 澳门概况

澳门位于珠江口之西岸, 与位于珠江口东岸之香港相距仅40哩。澳门主要由澳门半岛及两海岛—凼仔、路环所组成。自70年代, 澳门土地面积由16平方公里增加至现在26平方公里。人口则由24万多增加至现时之44万多。

葡人自16世纪开始租借澳门, 并展开其管治, 直至1999年12月20日澳门正式回归中国大陆。澳门在16世纪中还是一个小渔村, 因其位于欧亚航线的要冲位置, 得以发展为一个人口密集的贸易、商业、渔业港口城市。至今, 则以发展旅游、博彩、转口业为主。

表1 1971年—2001年澳门人口, 面积与GDP资料

	1971	1981	1991	2001
澳门土地面积 (平方公里)	澳门5.422	澳门5.422	澳门6.450	澳门8.5
	路环6.615	路环6.615	路环7.087	路环7.6
	凼仔3.478	凼仔3.478	凼仔3.779	凼仔6.2
	合共约16	合共约16	合共约18	填海区3.5 合共约26
人口	约24万多	约26万多	约36万	约44万多
年总产值	---	71亿多	300亿	500亿

2. 首座澳凼大桥

2.1 建桥背景

澳门早期人口大部份集中在半岛上, 约占95%, 经济活动亦以半岛为主。半岛与离岛间之交通只靠渡轮。自60年代末期开始, 澳门经济开始稳定高速发展。为了扩阔澳门土地资源运用与配合整体的发展, 发展离岛已急不容缓。而良好的交通基建, 是加速发展澳门离岛之重要催化剂。

1968年将路环及凼仔两离岛相连起来的路凼连贯公路正式建成, 路凼连贯公路采用抛石堆沙围堤而成。直至1974年10月5日, 连接澳门半岛

与凼仔间的第一座大桥正式通车, 澳路凼一体化自此得以实现。日后, 澳凼大桥亦将澳门之经济带往一个转戾点。

第一座澳凼大桥正式名称为嘉乐庇大桥, 是以当年的澳督名字命名。大桥设计者是葡国桥梁专家贾多素 (Edgar Cardoso)。全桥由4段连续梁组成, 其中最长一段有1038米, 是当时世界上最长的连续梁。

2.2 嘉乐庇大桥之主要数据

有关嘉乐庇大桥之主要数据如下:

全桥总长: 2569.8米

主桥总长: 1213米

最大净跨: 23米

大桥面全宽: 9.2米

行人道: 设有两侧1米宽行人道

车道: 二车道, 双向行车, 每个道3.6米

航道净高: 35.6米 (可通航2000吨轮船)

桥体结构: 钢筋混凝土

工期: 4年半

造价: 澳门币3500万



图1 嘉乐庇大桥

3. 第二座澳凼大桥

3.1 建桥背景

80年代初, 澳门政府积极发展两离岛。首先

在凼仔岛兴建澳门第一所大学、酒店和赛马场等设施。加上当时大量新移民迁入澳门，刺激房地产及建筑业。另外制衣业、旅游、博彩业等各大支柱工业均进入一个兴旺时期。经济发展之原因，令嘉乐庇大桥交通量大增，到了80年代中期，只有两行车道的大桥更成为驾驶者的畏途，因为在繁忙时段，平常只需10分的车程，往往因塞车问题而需要半小时才能通过大桥。

由于车辆流量激增及整体发展之需要，例如路环货柜码头之兴建。加上澳门社会上下均极之希望拥有的国际机场等几种因素，促使澳府筹备建造第二条澳凼大桥，即九四年揭幕的友谊大桥，设计者是葡国经验丰富的工程师若泽·路易斯·坎西奥·马尔丁斯（José Luís Câncio Martins）。友谊大桥是他设计的一百多座桥梁和立交桥之一，造价澳门币六亿多元。

3.2 大桥之主要资料

有关友谊大桥之主要资料如下：

全桥总长：4414米

最大桥跨：805米

大桥面全宽：19.3米

行人道：没有

车道：4车道，双向行车，每车道3.75米宽

桥面平水：37米

塔楼高约：59米

桥体结构：内、外及中央航道为斜拉桥结构，其余跨桥及引桥均为预制混凝土结构。

工期：3年

造价：约澳门币6亿元

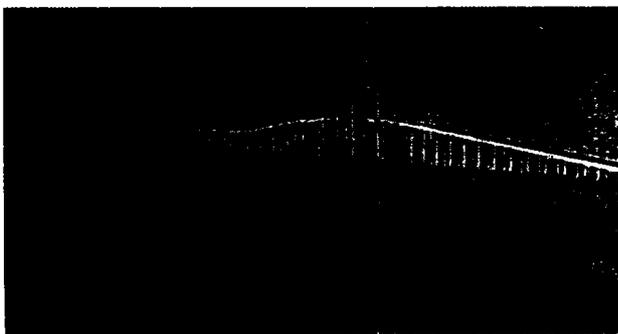


图2 友谊大桥

3.3 第二条大桥的经济效益

第二条澳凼人桥落成后，使澳凼两地之间交

往由两车道变成六车道，容量多了两倍，不但解决了枢纽信道上塞车的问题，更能兼顾凼仔机场及路环货柜码头的客、货进入珠海拱北之需求，并使澳门之物流运输业得以发展。第二大桥的选址走向能符合本澳门今天发展的需要，且又考虑到澳珠两地机场互补的构思。

3.4 两桥形态各有特色

两座新旧澳凼桥相似之处，就是引桥和主桥均是建在海上，其它桥梁的引桥一般在陆地上，但是相差二十年的桥梁自然是有分别的，最简单是长度和桥面宽度，旧桥长二千六百多米，只有两车道和两条狭窄的行人道，新桥长四千四百米，来回四车道，不设行人道。

桥梁的分别不在于某些技术数字，关键是造桥的方法。嘉乐庇大桥是混凝土桥梁，用传统的建造方式，由打桩到制造桥面均是在本地完成的，是真正的「澳门制造」。新桥是组合桥，引桥和大部份主桥体是混凝土桥的造法，中间两条航道上的主跨是使用斜拉桥造法，利用钢索将主跨吊起，一方面容许有更大的跨度，又美观耐看。

普通市民站在凼仔岸边往往会指点着两座桥来比较，有喜欢旧桥像丝带般飘于水面，有人较欣赏新桥，说它晚上亮灯之后，活像把海上的银弓。

4. 莲花大桥—连接澳门路 新城(新填海区)与珠海横琴

4.1 建桥背景

按照昔日澳门政府所做的城市发展规划，澳门半岛仍作为政治及经济重心，凼仔定为生活区，路环规划为自然绿化区。虽然有二桥一公路将澳门半岛及两离岛连成一体，但以澳门整体总面积只有26平方公里，幅员还是很小。加上回归后欲与邻近地区发展区域经济，必须要有良好的交通基础设施。兴建莲花大桥连接澳门路凼新城（新填海区）与珠海横琴，就是要将澳门与珠三角西部连接来，并连接可直达广州之道路系统，增大本地经济活动之幅员。

4.2 莲花大桥一般特点

大桥一般特点如下：

全桥长：1781米

中央主桥主跨：96米

净高度：22米

大桥面全宽：30米

车道：六车道，双向行车，每车道3.75米

行人道：两侧1.33米行人道

桥体结构：预应力箱梁结构

工期：15个月（10/1998—12/1999）

造价：澳门币2亿元。

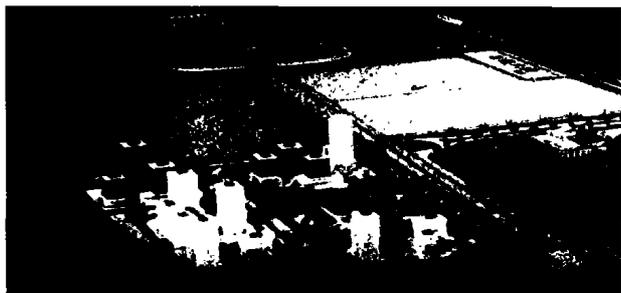


图3 莲花大桥

4.3 基础设计概述

原基础设计全部为钻孔灌注桩，桥主跨之桩帽系采用6支直径2.0米之96米端承桩，又中央桥之其余墩台则采用6支直径1.40米，长65米之摩擦桩。

连接中央主桥之引桥基础采用直径1.25米及1.40米，长度应在50及56米间，承载是在属于沙层之土质上之摩擦吊勾组件提升至桥墩位置。

5. 第三座澳凼大桥

5.1 建桥背景

澳门回归后，旅游经济均持续向好，再加上预计赌权之开放，凼仔将有不少大型新设施加上珠海三角区域经济之合作，尤其是澳门与广东省共同开发横琴等计划，物流等近年之急促发展等因素，均促使澳门特别行政区政府加速第三座新大桥之兴建，第三桥澳凼大桥南端将有道路直往莲花大桥口岸，桥本身下层为预留轻轨铁路，计划能接至广州之轻轨运输系统。对带动澳门将来各类型之经济有莫大裨益。

5.2 第三条澳凼大桥简介

第三条澳凼大桥之设计/施工国际公开招标已完成，中标公司现已展开前期工作及施工之详细设计，第三条澳凼大桥主桥为双层桥，两端长约1750米，上层为双向六车道，下层为双线轻轨（净空约5.2米）并考虑在8号台风下导致上层交通关闭时，下层轻轨停运，并作为四车道之公路

交通。

第三大桥之主航道桥体结构为斜接设计，斜拉桥主塔采用双拱门造型塔，塔高85米，桥面以上48米，塔柱顺桥向5.5米，横向3.0米，断面为箱型。主航道之净宽为180米，净高28米。大桥工程将耗资5亿6仟万元，工期为28个月，预计在本年年底正式展开工程，2005年初通车。



6. 结语

澳门土地幅员小，总面积只有26平方公里，在这小小面积的城市，却拥有4座桥梁（第三条澳凼大桥将于2005年完成）及一条连贯公路，但每一座桥梁，在规划时都只有其特有之功能，而最主要的，就是各桥梁都有相辅相承之作用。

嘉乐庇大桥，是贯通澳门半岛与凼仔两地间心脏地带，因桥在澳门的一端是繁盛商业区，而凼仔的一端就是直达生活区中心，有住宅、大学、酒店等。

友谊大桥则连通路环货柜码头、国际机场至澳门东北区，且是最快捷前往拱北口岸的枢纽，无论在人流与物流运输方面都起到其互补目的。

莲花大桥则连接珠三角西部各经济发展潜力优厚的城市，并与广州之公路系统连接，再转接全国之公路网，莲花大桥有助增大本地经济活动之界限。

第三条澳凼大桥是连接澳门内港地区，有分流第一、第二条澳凼大桥之功用，能全天候使用，8号台风下仍能使用下层桥，且南端有道路网与莲花大桥相通。

区域经济的发展，使澳门与同属特别行政区的香港在经济上将会有更多合作、互补的机会，两者的经济往来更频繁。港澳间来往之喷射船交通

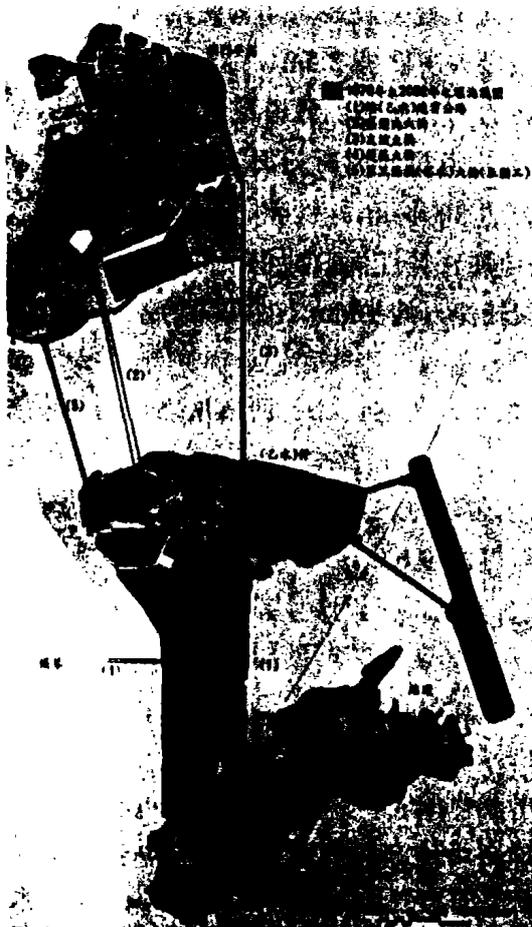
未必能满足经济发展所需,另外或者发展策略的需要,港珠澳大桥计划近年亦有人不断提出,到时澳门又会多一座大桥。

参考资料

1. 郑天祥,黄就顺,张桂霞,邓汉增.(1994).《澳日人口》.澳门基金会。
2. 罗定邦.(2001).《莲花大桥》.桥梁及边坡工程研讨会。
3. 澳门统计暨普查局.《2001年人口普查》及《1991年人口普查》。

附件1

澳门桥梁位置图



(上接第20页)

将物理方程 $(\sigma_i)_{r=a} = A \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{B}{a^2} \right)^m$ 代入

$$B = \frac{\sigma_s D^2}{2\sqrt{3} \cdot G} \text{ 同样得到 } (\sigma_i)_{r=a} = \frac{A}{3^m} \left(\frac{\sigma_s D^2}{G a^2} \right)^m$$

这说明当考虑硬化条件时,塑性区内任一点的应力满足物理方程,即满足硬化条件。这个结果与事实相符。实践表明,坚硬岩石属于脆性材料,受力状态达到弹性限时几乎没有发生明显的塑性变形就破坏,显然这类岩石用理想弹塑性模型来分析是不适合的。

近年来,有许多人防洞、铁路隧道、矿山巷道以及国防洞库等工程开挖在软弱岩体中,这种岩体含粘土成分很高,岩石的应力—应变曲线硬化部分的应力 $(\sigma_{破} - \sigma_s)$ 可达破坏时总应力的30%,所以本文根据岩石的硬化条件所作的分析,在工程上有一定的意义。

7.2 分析(14), (17)式得出,当围岩应力超过屈服强度时,巷道开挖的一瞬间就产生弹塑性位移,并同时形成一个塑性区,这就要求支护必须及时。事实上,岩石的屈服函数随时间而降低,这就要求我们深入研究时必需引入时间的概念⁽²⁾⁽³⁾。

参考文献

- (1) 李 谐, 塑性力学. 河海大学. 1979年
- (2) 刘宝琛, 喷射混凝土支护的作用机理. 金属学报. 第15卷第3期. 1979年
- (3) 朱维申, 粘弹-塑性介质中围岩与衬砌的应力状态. 力学学报. 1981年1期

欧维姆技术中心2004年认定评审在全国排名提升20位

国家发展和改革委员会委托中国科学院评估研究中心根据原国家经贸委二〇〇二年第24号公告公布的《企业技术中心评价指标体系》,对314家国家认定企业技术中心2003年度工作情况进行了评价。经综合评分,柳州欧维姆机械股份有限公司(原柳州市建筑机械总厂)国家级企业技术中心最后评价得分85分,排名第53名。(中

华人民共和国发展和改革委员会公告 2004年第53号文)比去年排名提前了20位。

这是欧维姆公司技术创新工作取得的丰硕成果。欧维姆公司的技术创新工作一直走在全国同行的前列,一大批高技术含量的专利产品陆续从这里走向全国以及东南亚市场。