

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.10.020

新加坡城市桥梁建设印象

穆祥纯

(北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京市 100083)

摘 要: 通过对新加坡 + 座典型城市桥梁的介绍, 反映出新加坡桥梁建设在设计理念和建造手法上的特色, 并在桥梁美学与桥梁结构、桥梁景观的结合方面提供了很好的案例。总结了新加坡建国 50 余年来在桥梁建设方面的成就, 在介绍工业化发展的新加坡城市建筑的基础上, 阐述了近 20 年来, 新加坡在常规城市桥梁的建造上, 与建筑行业的发展趋势相对应, 积极引进工业化的发展理念, 大力建造反映工业化发展理念的城市桥梁的情况。详细介绍了新加坡在工厂预制装配式钢筋混凝土桥梁和预应力混凝土桥梁方面的成果。

关键词: 新加坡; 城市桥梁; 工业化发展理念; 预制拼装

中图分类号: U44

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)10-0079-05

0 引 言

新加坡共和国(Republic of Singapore)简称新加坡(Singapore), 旧称新嘉坡、星洲或星岛, 别称狮城, 是东南亚的一个岛国, 政治体制实行议会制共和制。新加坡北隔柔佛海峡与马来西亚为邻, 南隔新加坡海峡与印度尼西亚相望, 毗邻马六甲海峡南口, 国土除新加坡岛之外, 还包括周围数岛^[1], 国土面积 722.5 km², 总人口 564 万(2018 年 6 月)^[2]。

新加坡是一个多元文化的移民国家, 促进种族和谐是新加坡政府治国的核心政策。新加坡以稳定的政局、廉洁高效的政府而著称, 是全球最国际化的国家之一, 也是亚洲的发达国家, 是“亚洲四小龙”之一, 其经济模式被称为“国家资本主义”^[3]。

21 世纪以来, 世界桥梁以新型、大跨、轻巧和美观为发展新目标, 桥梁结构形式多姿多彩。迄今为止, 按照构造和受力体系分类, 大致可分为 5 种: 梁桥、桁架桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥。国际桥梁界推崇将桥梁的实用功能与艺术构思融为一体, 充分考虑周边环境因素, 力求每一座新建桥梁都成为城市中一道风景线。欧美一些发达国家的桥梁设计, 在追求桥梁的造型美和与环境的协调性的同时, 桥梁的实用功能更是不断提高, 这也是世界科技发展趋势在城市桥梁领域的展现。

笔者曾于 2000 年去过新加坡, 2019 年 5 月又

一次来到新加坡, 深感近 20 年来新加坡在城市建设特别是城市桥梁建设上反映了工业化发展理念, 并取得了一定成就。

1 新加坡十座典型的的城市桥梁

1.1 加文纳大桥

新加坡河口附近有一座著名的桥梁——加文纳大桥(见图 1)。这座建于 1868 年的老桥是一座钢结构与组合结构的桥梁, 跨径 85 m, 是一座可开启的桥梁, 现在已禁止机动车通行, 但游客可以漫步桥上, 观赏河畔景致。



图 1 加文纳大桥

该桥附近有著名的浮尔顿酒店。这座古老的酒店因矗立于新加坡河口这个特殊位置和悠久的历史而闻名。如今, 在加文纳大桥周边可以看到高楼大厦, 这里是新加坡城区的中心地带, 也是新加坡历史发展繁荣的窗口。

1.2 安德逊大桥

安德逊大桥是新加坡市中心又一座著名桥梁(见图 2), 桥梁长 70 m, 宽 28 m, 跨越新加坡河, 靠近河口, 连接河南岸的珊顿道金融区与北岸的政府大厦,

收稿日期: 2020-10-10

作者简介: 穆祥纯(1955—), 男, 享受国务院特殊津贴专家, 教授级高级工程师, 原副总经理, 长期从事桥梁设计、城市交通研究及技术管理工作。

浮尔顿酒店也在附近。该桥于1910年开通,得名于当时的总督安德逊。安德逊大桥中间是双向车道,两侧是人行道,桥梁两端有装饰华丽的拱形铁门,使人清晰地知道大桥行程的开始和结束。安德逊大桥已经成为新加坡重要的大桥之一,对于缓解交通起到了巨大作用。



图2 安德逊大桥

安德逊大桥是一座钢铁与石材完美结合的桥梁,石材镶嵌于钢桁架拱内。无论在清晨的晨曦中,还是夕阳西下的晚霞里,白色的拱形铁架总是舒展着优雅的身姿。

1.3 薛尔思大桥

薛尔思大桥坐落于新加坡市中心,长1.8 km,是新加坡最长的大桥。大桥主梁为预制混凝土等截面连续梁结构,其下部墩柱为X型,从河面到桥面最高可达20 m。薛尔思大桥于1981年建成通车,耗资1.77亿新加坡元,其名字源于新加坡的第二任总统本杰明·亨利·薛尔思。

薛尔思大桥是新加坡“最上镜”地标,大桥附近高楼林立,这里是观赏新加坡金融区风景线的最佳地点。河道中两座X形桥墩经过精心的景观设计,将这座大桥巧妙地融合到了周边城市建筑中,为城市增添一处独特的风景(见图3)。



图3 薛尔思大桥

1.4 双螺旋大桥

双螺旋大桥是新加坡河上一座十分新颖的大桥(见图4)。这座桥梁的设计师受DNA结构的启发,在桥梁设计中展现了“延续、更新与成长”的设计理

念。桥梁呈现双螺旋结构,采用双相不锈钢建造双螺旋及其支撑结构。



图4 双螺旋大桥

双相不锈钢的高强度性能使设计人员设计出重量轻的钢结构,而且在新加坡湿热的海洋性气候中,耐腐蚀性能可确保至少100 a的桥梁设计使用寿命。

1.5 爱琴大桥

爱琴大桥也称大马路桥,是横跨新加坡河的第一座桥梁,也是新加坡重建次数最多的桥梁。该桥从最早时的木桥,发展到铁桥、混凝土桥,至今已在同一地点重建了5次,桥名也从比森门桥、汤申桥到今天的爱琴桥。爱琴桥上圆形浮雕别具特色,是由意大利知名雕塑家雕刻的,深受人们喜爱。为了方便行人通行,1991年在桥的下方修建了两条通向桥南路的地下通道。爱琴桥附近环境静谧、优雅,很多人喜欢坐在桥头附近的凳子上静静的沉思或者捧一本书阅读,别有一番乐趣。

如今的爱琴大桥是一座钢架拱桥,跨径不大,尺度适宜,美观大方(见图5)。入夜,爱琴大桥上五颜六色的灯光效果将新加坡河装扮得多姿多彩。



图5 爱琴大桥

1.6 阿尔卡夫大桥

阿尔卡夫桥坐落于新加坡商业中心区的罗拔申码头,是一座横跨新加坡河的人行天桥,于1998年建成通行。

阿尔卡夫桥采用了钢桁架结构,造型如一艘大型木帆船,全长55 m。阿尔卡夫桥原来是一座色彩灰

暗的桥梁,2004 年,来自菲律宾的女艺术家帕斯塔(Pacita Abad)及其助手大胆地采用现代夸张艺术手法,对该桥进行了一番独具匠心的艺术装饰。他们用了 52 种色彩、900 多升油漆将桥梁装扮得绚丽多姿。阿尔卡夫桥的新造型受到了市民的一致欢迎,被称之为“新加坡的艺术之桥”(见图 6),这里每天都吸引世界各地的游人参观游览。



图 6 阿尔卡夫大桥

1.7 若锦大桥

若锦大桥是一座斜拱钢管混凝土拱桥,其成功之处在于,应用悬挑结构的特性,拱内规律地排列着吊杆,在倾斜中给人以稳定感。若锦大桥是罗拔申码头 3 座横跨新加坡河的人行天桥之一,造型新颖、别致,于 1999 年建成通车。若锦大桥极具现代美感(见图 7),尤其到了晚上,四周的灯光将其照射得如即将落入新加坡河的月牙,让人感叹设计师细腻的心思和别出心裁的创意。若锦大桥四周环境优雅,树木茂密,是观赏新加坡河美景的好地点



图 7 若锦大桥

1.8 滨海大桥

滨海大桥是新加坡河上的一座公路桥梁(见图 8),跨越新加坡河河口,连接北岸的滨海艺术中心与南岸的鱼尾狮,于 1994 年开始建设,1997 年建成通车。这座异型的 V 型刚构桥桥长 260 m,宽 70 m,双向 4 车道,两侧是人行道。

这座建于新加坡繁华地段的大桥,也是游人们喜爱的景点之一,尤其适合晚上观赏。到了晚上,大桥上的路灯和桥拱上鲜艳的红色灯光与大桥两端建



图 8 滨海大桥

筑上的灯光相互辉映,整座大桥与周围的建筑融为一体。

1.9 亨德森波浪人行桥

亨德森波浪人行桥是座十分独特的桥梁,其桥身酷似上下起伏的波浪,动感十足(见图 9)。桥梁全长 274 m,共有 4 个波峰和 3 个波谷,8 m 宽的桥身就在波峰浪谷之间穿过。拱起的波峰是遮篷,遮篷下有长凳让游人休憩。桥身从花柏山向直落布兰雅山攀升,两端落差 20 m。亨德森波浪人行桥也是新加坡最高的人行天桥,桥面最高点离路面 36 m,相当于 12 层楼高的新加坡组屋。桥梁采用钢拱支架,布满全桥的弧线“肋骨”均采用巴劳木板条。这种密实的硬木仅生长于东南亚,常用于重型建筑中。这种外形使桥梁上有多处贝壳状的休息区,行人可落座其中,边休息边欣赏周边风景。全桥采用无障碍设计,没有梯级,设有扶手,桥面防滑,方便老人及坐轮椅者通行。由于桥梁有良好的私密性,又有许多休息空间,每逢周末这里便成为情侣谈情说爱、家庭携子出游和健身者慢跑的热门之地。每晚 7 点至次日凌晨 2 点,LED 照明将人行桥照耀得光辉亮丽,令不少游客流连忘返。



图 9 亨德申波浪人行桥

1.10 金禧大桥

金禧大桥是新加坡河畔最新的一座人行桥梁,建成于 2015 年,它是为纪念新加坡独立 50 周年而建造的。该桥主梁采用变截面连续梁,横截面为 V

型,平面设计成弧形,象征鱼尾狮吐出的水柱。桥身中间部分同滨海大桥连接,桥面宽 6 m,是滨海大桥一侧人行走道宽度的 3 倍。当游客拥挤的时候,可以在这里找到观景的好位置。从远处眺望金禧桥,可发现整座桥简洁、舒展,赏心悦目(见图 10)。



图 10 金禧桥

2 反映工业化发展水平的城市桥梁建设

2.1 工业化发展的新加坡城市建筑

与传统建筑方法相比,现代工业化建筑的建造方法具有很高的生产效率。近些年来,新加坡十分重视建筑标准化和重复性实用程度,大大缩短了住宅的建造周期。在新加坡,建筑项目的建设时间从过去的 18 个月下降到 8~14 个月。

新加坡的建筑产业化是建立在标准化之上的,其建筑结构预制构件的大规模使用,极大地节约了项目建造成本。同时,新加坡追求个性化的设计与标准化要求也无矛盾,其设计的模数化确保了这些屡获大奖的建筑项目有着适合的成本,使装配式建筑生产模式与建筑的创新设计相辅相成。政府积极推动建立基于模数化的标准化产品体系和设计规范,因地制宜,规定建筑层高、墙厚、楼板厚度等模数,以有利于预制构件的设计和生 产,节约材料和生产耗时,并以法规强制推行,大大提高了劳动生产效率。

新加坡大规模装配式建筑的发展,得益于其政府在公共组屋建设中大力推行建筑工业化,鼓舞了装配式建筑企业对高水平系统的追求。实行项目后评价,持续改进适合其国情的建筑工业化生产方式和建筑结构体系更是大规模装配式建筑发展的重要因素。新加坡政府通过长期对工业化建筑方法进行评 估,基本采用预制混凝土组件并配合使用机械化模板系统,使得新加坡的建筑工业化稳步发展。新加坡开发的 15 层到 30 层的单元 AA 化的装配式住宅,占全国总住宅数量的 80% 以上。这种住宅通过平面布局、部件尺寸和安装节点的重复性来实现标准化,以设计为核心实现施工过程的工业化,装配率达

到 90%。

2.2 反映工业化发展理念的新加坡城市桥梁

近 20 年来,新加坡在常规城市桥梁的建造上,与建筑行业的发展趋势相对应,积极引进工业化的发展理念,大力建造反映工业化发展理念的城市桥梁,其具体做法是:

(1)在工厂预制装配式钢筋混凝土桥梁和预应力混凝土桥梁方面,其拼装结构及连接手法独树一帜。主要内容有:预制主梁、预制桩基、预制底系梁、预制墩柱、预制盖梁、预制纵向梁、预制叠合底板和预制防撞栏。预制桩的桩顶与预制承台在底部连接,预制底系梁向上与预制墩柱连接,预制墩柱向上与预制盖梁连接,预制纵向梁通过桥梁支座将固定端架立在预制盖梁上,预制叠合底板支撑在预制纵向梁之上,在预制叠合底板上绑扎桥面板钢筋后通过混凝土整体现浇制成桥面板,预制防撞栏安装在桥面板之上。这些做法,提高了生产效率,缩短了工期,降低了桥梁建造成本,同时也保证了桥梁施工质量。

(2)新加坡在工业化装配式桥梁结构领域,形成了十分成熟的建造体系。这种拼装体系、连接构造及其拼装连接方法,广泛应用于工厂化预制简支梁片(包括空心板梁、T 形梁等)和全预制钢筋混凝土桥梁结构的生产中。

(3)在预制墩柱的柱顶与预制盖梁之间,采用直穿钢筋灌缝连接方式安装;对预制墩柱的柱顶和预制盖梁之间的缝隙、预留的贯穿孔之间的缝隙,进行砂浆灌缝处理。当预制墩柱的柱顶与预制盖梁之间缝隙较大时,对预制墩柱的柱顶进行临时支模灌注。

(4)完成预制盖梁吊装后,安装桥梁支座,预制纵向梁的边支点将桥梁支座架立在预制盖梁上,预制纵向梁吊装顺序从中间部位向两侧推进,相邻的两个预制纵向梁之间通过分别与之相连的横系梁连接。对预制防撞栏之间的横向连接采用楔形灌缝连接,两个相邻预制防撞栏中的一个预制防撞栏一端预留楔形凸起,另外一个预留楔形凹槽,楔形凸起自上而下套入楔形凹槽后再对连接空隙进行灌浆施工填缝。

(5)桥面板采用叠合板技术,完全取代了模板和支架系统,在降低费用的同时也保证了施工安全、快速,桥面板现浇还能保证桥梁的整体性。

通过上述严格的预制和施工环节,推动了新加坡在城市桥梁建造上的标准化和快速化水平。图 11 为新加坡现代城市建设一瞥。



图 11 新加坡现代城市建设一瞥

3 结 语

新加坡尽管建国时间不长,国土面积不大,但其建国 50 多年来城市桥梁建设的成就,无不映射着世界科技发展趋势和先进的工业化发展水平,充分展现了新加坡科技发展的总体实力和科技创新水平。

通过对新加坡河上 10 座桥梁的介绍,可以看到,新加坡人建桥不追求跨径上的记录,不追求建特大型桥梁,从新加坡河上一系列城市桥梁作品中,不难发现,新加坡人重视发展预应力混凝土结构新技术,不仅节约了钢材,更重要的是改善了结构功能,满足实际需要。他们在应用现代预应力技术上十分娴熟,其

锚固体系有着丰富的想像力,且结构安全、体系设计合理,并充分满足桥梁结构的安全性和耐久性。

与其在城市建筑工业化快速发展一样,新加坡人关注世界工业化发展趋势,在城市桥梁迈向工业化发展方面,同样取得了一定成就。他们在常规城市桥梁建设上,积极采用工厂预制和现场拼装,缩短了工期,降低了桥梁建造成本,同时也保证了桥梁施工质量。

新加坡人秉承创新发展的理念,设计出的新颖的人行天桥,是桥梁美学在桥梁建筑上的充分展现。如亨德申波浪人行桥,不仅在设计理念和建造手法上独具特色,其实用功能也同样强大,为桥梁结构和景观设计的结合提供了很好的案例。

参考文献:

- [1] 百度百科. 新加坡[EB/OL].(2017-07-30)[2019-07-10]. <https://baike.baidu.com/item/%E6%96%B0%E5%8A%A0%E5%9D%A1/145065?fr=aladdin>.
- [2] 曹家宁. 新加坡 [EB/OL].(2019-06-21)[2019-07-10]. <https://www.yidaiyilu.gov.cn/gbjg/gbkg/10005.htm>.
- [3] 穆祥纯. 基于创新理念的城市桥梁及市政建设[M].北京:人民交通出版社,2012.
- [4] 穆祥纯. 古今中外桥梁[M]. 北京:人民交通出版社,2015.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com