

大型桥梁的设计程序

陈 新

摘 要 现代大型桥梁的设计是一个包括技术、经济及组织工作在内的复杂过程。本文介绍了我国大型桥梁工程项目的设计程序和内容。

关键词 大型桥梁 设计 程序

1 大型桥梁设计阶段的划分及其与建设程序的关系

设计工作是大型桥梁建设的灵魂,是建设过程中的重要一环。桥梁的合理性、适用性、先进性很大程度上取决于设计文件的质量。提高设计文件的质量必须引起建设管理者的重视,也是设计人员的重大责任。

现代大型桥梁工程的设计是一个包括技术、经济及组织工作在内的复杂过程。根据大型桥梁建设长期积累的经验,各个国家逐步形成了一套适合本国管理体制的严格而有效的工作程序。本篇就是介绍我国大型桥梁工程设计工作的进行及不同阶段的工作内容。

根据桥梁设计工作需要循序渐进、逐步深入的规律,以及与国家基本建设程序相配合,大型桥梁的设计工作是分阶段进行的,分为前期工作及设计阶段。前期工作包括编制预可行性研究报告和可行性研究报告。设计阶段按“三阶段设计”进行,即初步设计、技术设计与施工图设计。各个阶段都有各自需要包含的内容和深度,要达到的目的和要解决的问题,各阶段设计文件完成后的上报和审批都由国家指定的行政部门办理。批准后的文件就是各建设程序进行的依据,也是下一阶段设计文件编制的依据。

我国改革开放以来,有些建设单位采用设计招标的方式,但设计阶段的划分及建设程序的要求是不变的。设计招标应该在初步设计阶段进行,也可

在技术设计文件审批后进行,前期工作是不宜招标的。

现将各设计阶段与建设程序的关系列于图1,并就预可行性研究报告、可行性研究报告、初步设计、技术设计与施工图设计分别说明如下。

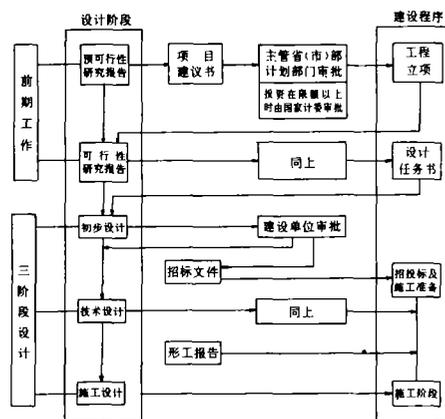


图1 设计阶段与建设程序相关图

2 前期工作——预可行性研究报告与可行性研究报告的编制

预可行性研究报告与可行性研究报告均属建设的前期工作。两者应包括的内容及目的基本是一致的,只是研究的深度不同。预可行性研究报告是在工程可行的基础上,着重研究建设上的必要性和经济上的合理性;可行性研究报告则是在预可行性研究报告审批后,在必要性和合理性得到确认的基础上,着重研究工程上的和投资上的可行性。这两个阶段的研究都是为科学地进行项目决策提供依

据,避免盲目性及带来的严重后果。前期工作的重点在于论证建桥的必要性、可行性,并确定建桥的地点、规模、标准、投资控制等一些宏观问题和重大问题。显而易见,这个阶段的工作是十分重要的。

这两个阶段的文件应包括的内容主要有以下一些

2.1 工程必要性论证

必要性论证是评估本桥梁建设在国民经济中的作用。桥梁是交通工程中的一部分,交通工程有铁路、公路、城市交通之分,评估方法也有所不同。

铁路桥梁一般从属于路网规划,后者是以沿线工农业生产的需要在近期、远期可能的运量为研究对象。铁路桥梁一般本身不作单独的研究。

公路桥梁有的从属于国家规划干线、该不该修建则是时机问题,有的是属于区域内的桥梁,两者都是以车辆流量为研究对象。为此要对距准备建桥地点最近及附近的渡口车辆流量,包括通过的车数、车型、流向进行调查。在此基础上,从发展的观点以及桥梁修通以后可能引入的车流,进行科学地分析,得出每日车流量,作为立论的依据。超过一定的日流量修建桥梁才是必要的。根据车辆流向研究,桥梁应该修在有利于解决流向最大的地区。

城市桥梁则从属于城市规划,也必需确定通过桥梁的可能日流量。

无论是铁路运量指标或是公路的车辆流量指标,都是确定桥梁建设标准的重要指标。

2.2 工程可行性论证

本阶段工作重点首先是选择好桥位,其次是确定桥梁的建设规模,同时还要解决好桥梁与河道、航运、城市规划以及已有设施(通称“外部条件”)的关系。

下面将工程可行性研究中的一些主要问题加以说明。

(1) 制定桥梁标准问题

根据前面调查的运量或流量先要确定线路等级,如铁路是否干线,公路是否高速,一、二级等,并确定车道数、桥面宽及荷载标准。铁路只有一种标准,即中一活载。公路有多种等级,并要确定是否有特殊荷载(等级以外的荷载)。其次要确定允许车速、桥梁坡度和曲线半径。还要委托地震研究机构,进行本地区的地震危险性分析,从而确定桥梁抗震标准。此外还要确定航运标准、航运水位、航道净

空、船舶吨位以及要求的航道数量及位置等。航运标准影响桥梁的高度和跨度,直接影响桥梁建设规模以及设计时如何满足航运的需要。因此设计部门必须与航运部门充分协商,慎重对待。

(2) 自然条件及周围环境问题

为调查自然条件及周围环境而进行的勘测工作称为草测。为此要收集万分之一地形图,进行纸上定线,在实地桥位两岸设点,用测距仪测得跨河距离加以校正,并进行现场核查。

本阶段的地质工作以收集资料为主,辅以在两岸适当布置钻孔进行验证。要探明覆盖层的性质、岩面高低、岩性及构造,有无大的构造,断层。并从地质角度对各桥位作出初步评价。

要对各桥位周围环境进行调查,包括桥头引线附近有无要交叉的公路、铁路、高压线、电话线;附近有无厂房、民房要拆迁,有无不能拆迁的建筑物,有无文物、古迹;桥梁高度是否在机场航空净空范围以内;附近有无码头、过江电缆、航运锚地等。以上均属要调查清楚的外部条件。对涉及的问题都必须妥善加以处理。

本阶段的水文工作十分重要。如发现地质有问题时,直到初步设计阶段,桥位尚可作适当调整,但水文方面如存在问题,其影响则不是适当调整桥位可以解决得了的。

水文工作一般要求提供设计流量,历史最高、最低水位,百年一遇洪水位,常水位情况及流速资料。在提供这些资料时要考虑上游是否有水库及拟建水库的影响。要通过资料或试验,论证河道是否稳定,主槽的摆动范围,以及桥梁建成后本河段上、下游是否会产生不利影响。譬如建桥后形成的壅水是否影响上游防汛水位;上下游流速减速所形成的淤积,对下游沙洲进退有何影响;对下游分叉河道(有沙洲的河道分为左、右二支,称为分叉河道)的分流比有何影响,对河道形状可能产生的改变有何影响。还要对船舶在桥梁中轴线上、下游的走行轨迹进行测定。这些问题在预可行性研究报告阶段可以只提供分析成果;而在可行性研究报告阶段则必须通过水工模型试验加以论证。

此外还要对一些特殊水文条件进行研究,例如涌潮河段的涌潮问题(如杭州钱塘江第二桥)、沿海地区的潮汐问题等。

(3) 桥式方案问题

进行桥式方案比较的目的在于评估方案的可行性,特别是基础工程的可行性。为此应该取比较成熟的方案以提高评估的可信性。在编制桥式方案时,根据水文、地质及航运条件,研究正桥、引桥的长度及跨度。并以各种结构型式及不同材料的上部结构进行同等深度的比较,研究它们的可行性,并要求提供各个方案的工程量。以工程量中偏高,技术先进并且可行的方案作为一个桥位的桥式参选方案。作为桥位比选时重要的因素之一,提供“估算”用的桥式工程量不宜编紧。“估算”得过小,国家列入的计划投资不足,会对国家计划的执行造成不利影响。

有些桥梁设计文件在可行性研究报告阶段,甚至在预可行性研究报告阶段就提出推荐桥式方案,这样做并不科学,也无必要。因为本阶段的工作重点不在这里,况且本阶段内对桥式方案也不可能进行深入比选。

(4) 桥位问题

至少应该选择两个以上的桥位进行比选。遇某些特殊情况时,还需要在大范围内提出多个桥位进行比选。例如钱塘江第二大桥(公路与铁路两用)就曾提出四个桥位互相比选。上下游四个桥位中最远相距达 23km(见图 2)。

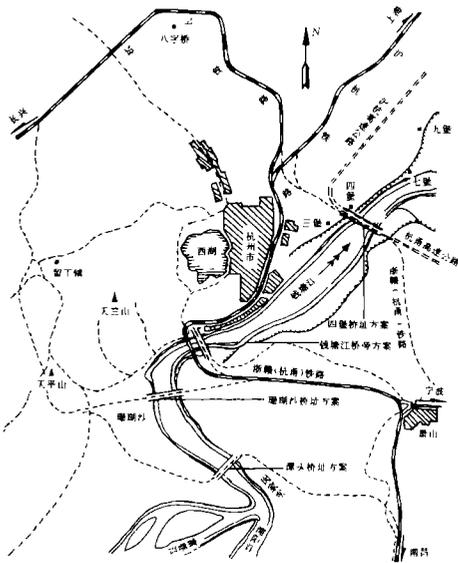


图 2 杭州钱塘江公路铁路两用第二大桥桥位比较

桥位比较的内容可以包括下面一些因素。

首先是桥位对路网布置是否有利。过去大型桥

梁选择桥位时,总是以桥梁为主体,线路走向服从桥梁。这样线路往往要绕行,甚至导致布置上的不合理。现在由于建桥技术的发展进步,要树立什么地方都能修桥的观念,应该把桥位置于路网内一起考虑,尽量满足选线的需要。

比较造价时,要把各桥梁本身的造价与联络线的造价加在一起进行比较。

桥梁建在城市范围内时,要重视桥梁建设满足城市规划的要求。

还要比较各桥位的航运条件,即航道是否顺直,尤其是桥位上游有无足够长的航道直线段。

在进行自然条件的比较时,要考虑到地质条件对基础工程的设计、施工难度以及工程规模有直接的影响。要考虑是否存在难于处理的自然条件,譬如水特别深,覆盖层软弱层特别厚,基岩软,构造发育、基岩破碎、风化严重、溶岩、岩面高差特别大等不利地层存在。

另一比较因素是外部条件的处理能否落实,不同桥位时的桥梁对周围设施影响程度如何,以及不能拆迁的设施对桥梁的影响程度如何,等等。

对环境保护的评估也是必不可少的。

经综合比较,根据每个桥位的不同着眼点,选定一个桥位作为推荐桥位。

3 经济可行性论证

(1) 造价及回报问题

公路桥梁一般通过收取车辆过桥费取得回报。实际上回报率一般偏低。尤其是特大桥,由于投资大,取得全部回报的时间往往拖得很长。不过考虑回报一般也不能就桥论桥,要看到桥梁建设对全社会的经济发展和社会效益的作用是巨大的。铁路干线的特大桥的经济、社会效益则更是全国性的。其回报很难由直接投资者收回。这也是为什么一些大桥、特大桥的投资只能是国家或地方政府的行为,个人和社会集团较少感兴趣的原因。

(2) 资金来源及偿还问题

对资金来源,预可研究报告阶段要有所设想,可行性研究报告阶段则必须予以落实。通过国外贷款、发行债券、民间集资等渠道筹措资金则必须得到有关部门的批准。

4 初步设计

由计划部门下达的“设计任务书”是进行初步

设计的依据。“设计任务书”要就桥位、建桥标准、建桥规模等控制性要求作出规定。在进行进一步勘测工作时如发现选定的桥位确系地质不良,并将造成施工困难时,可以在选定桥位的上、下游附近不影响桥梁总体布置的范围内通过地质条件的比较,推荐一个新的桥位。下面介绍初步设计阶段的主要工作内容。

4.1 进一步发展水文、勘测工作

在初步设计阶段还要通过进一步的水文工作提供基础设计、施工所需要水文资料,施工期间各月可能的高、低水位和相应的流速(各个墩位处同一时期流速有所不同),以及河床可能的最大冲刷和施工时可能的冲刷等。

本阶段的勘测工作称为“初勘”。在初勘中要求建立以桥中心线为轴线的控制三角网,提供桥址范围内二千分之一地形图。

勘探工作一般在桥轴线上的陆地及水上布置必要的钻孔。必要时还要在桥轴线的上、下游也适当布置一些钻孔,以便能控制住岩层构造情况及其变化。根据钻探取得的资料确定岩性、强度及基岩风化程度,覆盖层的物理、力学指标,以及地下水位情况等。

4.2 桥式方案比选

桥式方案比选是初步设计阶段的工作重点。一般均要进行多个方案比较。各方案均要求提供桥式布置图,图上必须标明桥跨布置,高程布置,上、下部结构型式及工程数量。对推荐方案,还要提供上、下部结构的结构布置图,以及一些主要的及特殊部位的细节处理图。各类结构都需经过检算并提出可行的施工方案。

推荐方案必须是经过比选后得出的,要经得起反复推敲。采用什么桥式和跨度必须建立在科学的基础上,切忌先入为主,搞一窝蜂,赶时髦,或在某种主观意志的支配下,一定要搞个什么桥式或一定要搞个多大跨度。所谓科学性,具体体现在方案比选时要贯彻“实用、经济、美观”的原则。这条原则已在桥梁界贯彻了几十年,直到现在还是正确的。要时刻防止那种反科学的,缺乏全面观点,脱离中国实际,不算经济帐,好大喜功,奢侈浪费,盲目追求规模与速度上的全国第一、世界第一的浮夸作风。努力修建一座造价低,又能处理好各方面关系,既实用又美观的桥梁,把尽可能节省下来的钱,用于

修造更多的桥梁,造福人民,应该是建设主管部门和桥梁设计人员共同追求的目标。前者负有更大的责任。

在桥式布置中首先要慎重确定桥梁跨度,特别是主跨的跨度。采用大跨度对通航有利,也可减少费力费时的基础工程量。但是桥长相同时采用大跨度相对小跨度而言造价要高,工期要长(较小的跨度可以采用多点施工,平行作业的措施),故要加以综合比较。

桥跨布置必须在掌握充分资料的基础上进行,要研究在高、中低水位时的航道轨迹。通航桥跨要与航道相适应,要能覆盖各种水位时航道可能出现的变化。一般情况下,桥梁跨度应比航道要求的标准宽度稍大,留有一定富余即可,过大则没有必要。

桥梁跨度的大小也受到自然条件及施工条件的限制。如果基础的设计、施工困难,施工时航运繁忙,则要减少桥墩而加大跨度。例如上海南浦、杨浦大桥水上施工时要受黄浦江上航运繁忙的影响,会互相干扰;长江西陵大桥位于三峡大坝前沿,在大坝施工期间,要历经三次河道改道。这三座桥梁均采用了一跨过江的方案是完全正确的。

近年来,我国桥梁上部结构,特别是大、中跨度的桥型发展很快,并且基本趋于成熟。所以在编制桥式方案时,可供选择的余地比较大。从使用角度看,预应力混凝土结构与连续体系的桥型应该优先考虑。

基础工程在我国发展相对较为迟缓。钻孔桩在设计、施工、检验技术方面已趋成熟,施工简便,质量可靠,陆地或浅水地段使用比较有利。水中基础采用钻孔形式也是可靠的,但在如何选择施工方案方面,还有进一步提高的必要和可能。沉井基础也常常是值得比较的基础类型。

桥梁设计应尽量采用新技术、新材料、新工艺。在设计工作中发现问题,提出问题,解决问题,研究要透,解决要细,这样才能把我国的桥梁科学技术不断推向前进。

4.3 科研项目

在初步设计阶段要提出设计、施工中需要进一步通过试验寻求解决的技术难题的科研项目及经费计划,待主管部门审批初步设计文件时一起审批。批准后才能实施。

5 施工组织设计

对推荐桥式方案要编制施工组织设计,包括主要结构的施工方案、施工设备清单、砂、石料源、施工安排及工期等。

6 概算

根据工程量,施工组织设计以及标准定额编列概算。各个桥式方案都要编列相应的概算,以便

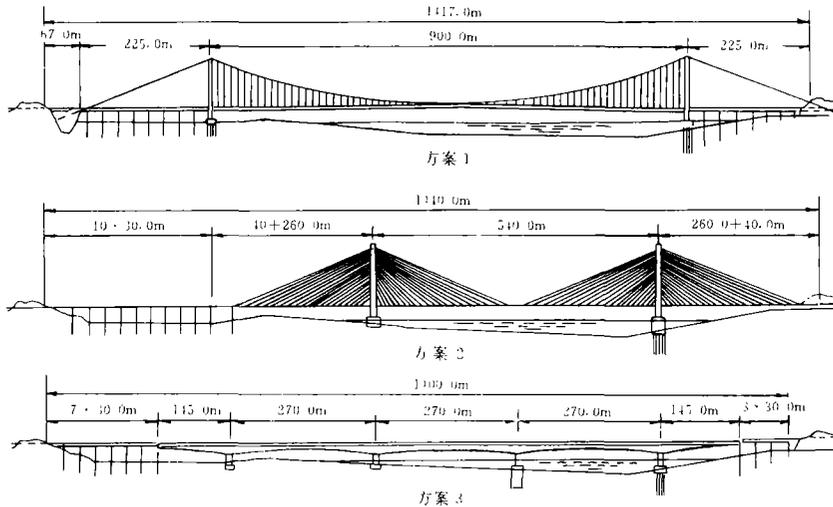


图3 西陵长江大桥的桥式比选方案图

进行不同方案工程费用这一项目的比较。

按照规定,初步设计概算适当调整,可以作为招标时的“标底”。

在主管部门审批初步设计文件时如对推荐方案提出必需修改的意见时,则需根据审批意见,另外编制“修改初步设计”报送上级审批。

7 技术设计

技术设计阶段要进行补充勘探(简称“技勘”)。在进行补充勘探时,水中基础必须每墩布置必要的钻孔。岸上基础的钻孔也要有一定的密度。基础下到岩层的钻孔应加密,还要通过勘探充分判断土层的变化。

技术设计阶段的主要内容是对选定的桥式方案中的各个结构总体的、细部的技术问题作进一步研究解决。在初步设计中批准的科研项目也要在这一阶段中予以实施,得出结果。

技术设计阶段要对结构各部分的设计提出详尽的设计图纸,包括结构断面、配筋、细节处理、材料清单及工程量等。

技术设计的最后工作是调整概算(修正概算)。

8 施工设计

在施工设计阶段要进一步根据施工需要进行补充钻探(称“施工钻探”),特别是对于重要的基础。支承在岩层内的基础要探明岩面高程的变化(一般不再布置深钻孔)。

根据批准的技术设计绘制出能按图施工的详图供施工使用。绘制施工详图过程中对断面不宜作大的变动,但对细节处理及配筋,特别是钢筋布置则允许作适当改进性的变动。

根据施工设计资料,施工单位编制工程预算。

施工设计可以由原编制技术设计的单位继续进行,也可由中标的施工单位进行。施工单位在编制施工设计时,如对技术设计有所变更,则要对变更部分负责,并要得到监理的认可。顾名思义,施工设计文件是为施工需要而编制的,不管是由设计单位还是由施工单位编制施工设计文件,均必须符合施工实际,既满足施工条件及施工环境的要求,又必须是能够直接按图施工的文件。

以上介绍的是大型桥梁工程项目的设计程序及其内容。中、小桥梁的设计程序一般没有大型桥梁复杂,视各部门的具体情况而定,但一些精神和原则是一致的。我国实行社会主义市场经济,建设必须考虑它的必要性与可行性,必须严格按建设程序办事,才能避免和减少盲目性。