

水运工程技术参考资料

4

人 民 交 通 出 版 社

水运工程技术参考资料

第 4 辑

(国外过船建筑物专辑)

交通部水运规划设计院汇编

人 民 交 通 出 版 社

1 9 7 5 年 · 北 京

内 容 提 要

本书介绍国内外水运工程方面的新技术、新经验，分辑陆续出版。第四辑介绍国外过船建筑物的建设情况，主要内容有：渡槽的建设经验；西欧国家最近建设的船闸；船闸闸门的建设经验及教训等十二篇文章。可供水运工程建设战线上的设计、施工、科研人员及大专院校师生参考。

水 运 工 程

— 技 术 参 考 资 料

4

(国外过船建筑物专辑)

交通部水运规划设计院汇编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：7.625 字数：168千

1975年11月 第1版

1975年11月 第1版 第1次印刷

印数：3,000册 定价(科三)：0.65元

(内部发行)

毛 主 席 语 录

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

美因-多瑙运河的雷德尼茨河渡槽·····	1
西德的于尔岑船闸 ·····	8
比利时的泽默斯特新船闸 ·····	18
伏尔加河上的萨拉托夫水利枢纽 ·····	25
支承在斜桩上的闸墙的特性 ·····	29
在施工期作用于闸室墙上的土压力 ·····	34
船闸闸门计算 ·····	39
船闸闸门、灌泄水系统和导航建筑物 ·····	54
船闸的事故门 ·····	74
俄亥俄河麦克阿尔派恩船闸事故门的性能 ·····	82
闸门金属结构的调查结果 ·····	97
高水头船闸运河的涌浪问题 ·····	99

美因-多瑙运河的雷德尼茨河渡槽

R. Kuhn

一、设计基础

美因-多瑙运河是来因-美因-多瑙欧洲运河的主要区段。它的北部从班贝格(图1)开始,首先经过雷德尼茨河谷到纽伦堡,然后向东南穿过汝拉城。该运河在其南坡向下流入苏尔茨河谷并在迪特富尔特附近与阿耳特米耳河汇合,该河在克尔海姆附近汇入多瑙河以前,有两个梯级构成运河的南部终点。

由于美因-多瑙运河与其他交通线路或河流有频繁的交叉,通航渡槽就成为特别重要的工程建筑。

美因-多瑙运河的渡槽中,最大的一座是在富尔特附近跨越雷德尼茨河的渡槽。为了在河东高河岸处经过几公里即可达到纽伦堡港,从北部流过来的运河在富尔特高地上转一个大弯折向东,越过城西南的雷德尼茨河谷。运河与雷德尼茨河交叉处,其水面距谷底约14米;运河一部分以渡槽,一部分以高堤渠段越过约500米宽的河谷段。

1941年,帝国水道管理局首次在规划中设想,以一座净跨度总长为110米的渡槽跨过河流及其高水河床,其余部分为高堤渠段。1950年富尔特城在雷德尼茨

河谷底建立了一个饮用水汲取设备,它的一排井在运河的线路上。该设备中,一条虹吸管在比运河线路稍高的位置跨过河流;其超过河流水面的最小净高要根据水利法规确定,渡槽下各孔的净跨总长要求至少210米,使500年一遇的洪水通过渡槽桥墩处的壅高只有12厘米,并且使该虹吸管不再象以往那样受到危害。对饮用水汲取设备,必须采取一系列的措

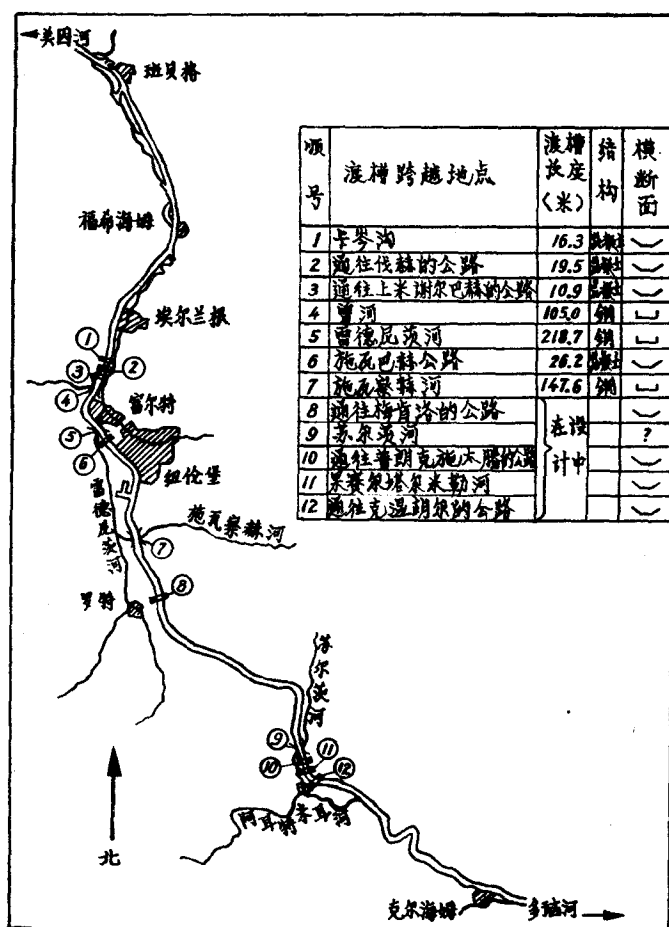


图1 美因-多瑙运河的各渡槽

由运河工程负担。关闭工程范围内的水井，西部桥墩范围的水管向旁移开并转入新挖的地下管路。最后，在工程上还必须考虑一系列的防护措施，使地下水避免任何情况的污染。

从长度和跨度看，在同类工程建筑中属于大型的，中德运河穿越威悉河的渡槽是混凝土结构，总长为328.40米，最大跨度是50.50米，中德运河穿越来因河的是两座钢结构渡槽，长度分别为77.00米 ($l_{\max}=30.00$ 米) 和54.60米 ($l_{\max}=23.40$ 米)。尼德芬诺升船机处的钢结构渡槽长度为156.96米，其中部桥孔最大跨度为84.28米。与多特蒙德-埃姆斯运河有关的渡槽中，穿越埃姆斯河的长度为69.40米 ($l_{\max}=22.40$ 米)，穿越利珀河的长度为72.80米 ($l_{\max}=23.20$ 米)。在比利时，与隆库尔升船机一起建造了一座230米长的钢筋混凝土渡槽 ($l_{\max}=20.00$ 米) 作为上游引航道。最后，再例举与此有关的两座法国渡槽结构，尽管它们并不是供通航使用的：

一座是连接欧赖松水电站的下游运河、横跨杜朗斯河的长度为252.00米钢筋混凝土拱形渡槽 ($l_{\max}=36.00$ 米)，槽体为矩形断面，上游运河是通过一座长113.20米，梯形断面的钢筋混凝土渡槽跨越布累奥内河 ($l_{\max}=17.78$ 米)；这两座建筑物对通航运河渡槽的发展也有影响。

对雷德尼茨河渡槽最小净跨总长为210米的要求，决定了其全长约为220米。设计中的一个难题是，河流建筑技术上要求必须考虑靠西端跨过河床的桥孔，为了保证洪水期泄水不受阻碍，其跨度要保证约50米，对于具有这样大负载的渡槽，这一尺度属于最大值范围，仅在尼德芬诺渡槽的中桥孔有过成功的先例。这样大的一个跨度，恰好又必须座落在岸墩上，因此就出现静力计算和造型等问题。最后，其余各孔跨度，由于水力的原因也不容许小于20米。

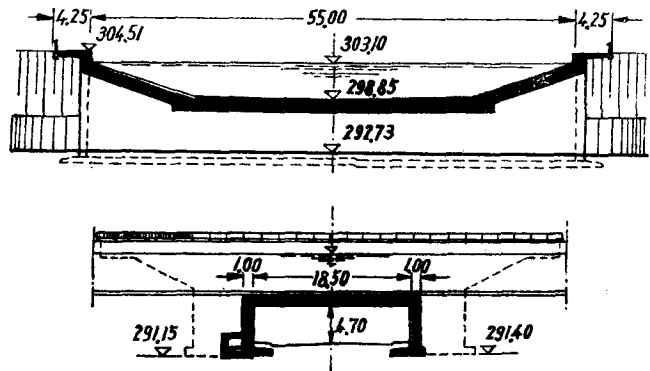


图2 跨越通往伐赫公路的渡槽

渡槽的横断面要从通航、工程技术、经济性等观点去选择。有两种断面可提供参考：梯形的，这对于开敞河段是惯用的断面（图3c）；矩形的，这对于渡槽结构上较为有利，并且由于其尺度较小因此也较为经济（图3b）。但是任何一种通航水道横断面的变化都会引起在回流中的行船不稳，从而使船舶驾驶困难。基于这种原因，开敞河段的梯形断面，只有当渡槽长度不大时，例如跨越公路时，可以采用（图2）；而对比之下，矩形断面存水量较小，可保留作为解决长大渡槽的经济办法。

对于雷德尼茨河渡槽这样长大的建筑工程，经济的矩形横断面正具备优越的条件。作出这一判断的主要的理由是，雷德尼茨河谷的西边，运河的开敞河段经过深切的三迭纪岩层，因而已经作成了矩形断面（图3a）。这样，渡槽西端的断面只需作很小的改变；较大的改变是在渡槽的东端，那里是与梯形的开敞河段相连接的。

矩形渡槽断面的尺度既要保证通航中船舶的会让与超行，又不能超出结构的经济性原则。汉堡造船试验所对此提供了一项建议，即从单船航行速度与在超行和会让时驾驶的安全性等问题出发，计算出渡槽的最小尺寸。考虑到顶推船队宽度达11.2米，计算结果是通航水面宽36.00米，水深3.50米，横断面面积为 $F=126\text{米}^2$ （图3b）。这一尺度容许船速达10公

里/小时, 并且足够保证安全地会让和超行。

此外, 对于分成两个单向航行的渡槽的问题进行了探讨。这一办法对于建筑物的维修有优越性, 因为将一个渡槽排干时, 另一个渡槽可以维持单线通航。但这对于航运却又很不利: 即使将一个渡槽的横断面积做成 75米^2 , 这已经大大超过了 126米^2 的一半了, 这仍要使船速减低到 6.5 公里/小时。北德运河各渡槽通航十年之久, 从未间断过, 在其长期营运的经验中, 并未出现过因长时间维修而严重影响通航的效率。再说如分成两个渡槽, 造价与维修费用也无疑是比较高的, 因此, 分成两个渡槽的方案不必再予考虑。

除了上述的一般规律外, 在渡槽的计算与结构设计基础方面还有一系列特点。

最有趣而且最难解决的问题是渡槽的三个相垂直的部分, 即槽底、槽壁和行车道如何共同作用 (图 4)。这三部分的每个连接部位, 都会由于相互之间承载与变形的差异而产生严重的彼此强制作用。槽底承受的水重传递给桥墩和桥台是

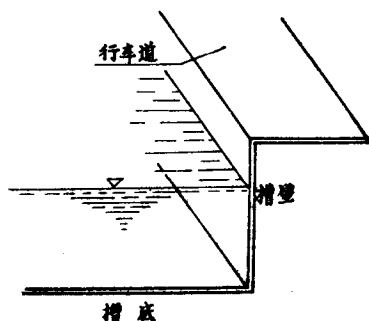


图 4 渡槽槽体的承载部分

通过纵梁, 或者通过横梁和两边的槽壁, 或者通过两个方向, 即使纵梁和横梁共同受力; 此外, 槽底又从槽壁受到水压力产生的箱固力矩和因为其中和轴大大地高于槽底造成的槽壁弯曲从而产生的纵向应力。槽壁首先承受的是由于水的水平压力而产生的弯曲应力, 但是由于它的高度和刚性又使它成为垂直荷载的主梁, 因而也承受垂直荷载所产生的应力, 最后, 还承受着行车道和槽底对它产生的应力。行车道承受着由槽壁传来的相当大的水平附加力。全部力的传递过程必须满足一个条件, 即在各承载部分的接触边线上, 两相邻部分的变形应完全相同。

结构上的一个重要问题是槽和渐变段的止水。伸缩缝的数目和排列与止水有关, 它是渡槽长度和静力系统的函数。对于施工, 尤其是对于维修来说, 伸缩缝的数目越少越好; 另一方面, 伸缩缝间距较大, 伸缩程度即增加, 这对接缝与渐变段的结构上也造成困难。钢结构的槽体不存在止水的问题。混凝土结构构件的表面止水, 除了通常采用网纹铜片及防护混凝土等办法外, 也可仿照隆库尔渡槽的先例, 不用铜片止水, 而用夹壁槽体结构 (zweiwandige Tragwerken), 在这种情况下, 浸水的表面必须要求相应的双向预应力, 并且要有塑料的止水。建筑物接缝 (包括渐变段) 的止水, 一般采用可以更换的结构。

从渡槽侧面的形状看, 建筑美术和工程结构上也是较难处理的课题。运河水面在地面以上约 14 米, 渡槽底在地面以上约 10.5 米。如按水面以上槽壁为 1.5 米, 槽底以下一般为 $3 \sim 5$

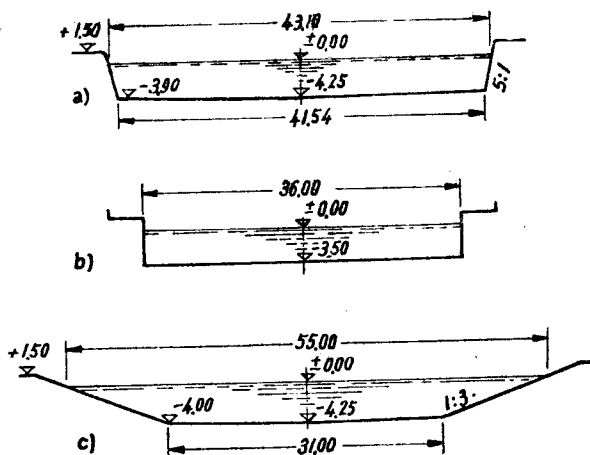


图 3 雷德尼茨河渡槽范围的运河断面图

- a) 渡槽西头的矩形断面 (岩石断面)
- b) 雷德尼茨河渡槽的矩形断面
- c) 渡槽东头的梯形断面

米的建筑高度考虑,则上部建筑的总高度为8米或8米以上,即渡槽下的净高与渡槽的高度为同一数级:一个非杆件式的承重结构将使渡槽笨重和庞大。此外,在河上各孔中,由于渡槽的宽度远比深度为大,从侧面看,互相重叠的墩壁,使渡槽的下部构造形成一堵难看的连续的混凝土墙。

建筑地基要根据对地质、土层构造和土质力学指数作深入的调查并通过纽伦堡的巴伐利亚地基事务所(Landesgewerbeanstalt)鉴定,和在施工期间的经常的监督。

雷德尼茨河谷深处进入到多孔砂岩层,一种多色三迭纪形成层(图5)。在以粘结粘土为主,间或有粗颗粒砂岩的个别滩地之间,可见到自几分米至数米厚的透镜状红粘土层,其大部分含砂量极少。谷沟部分的砂岩被下第四纪和冲积的砾石覆盖着,砾石中间又掺杂有不同分布和不同大小的粘土和淤泥层。

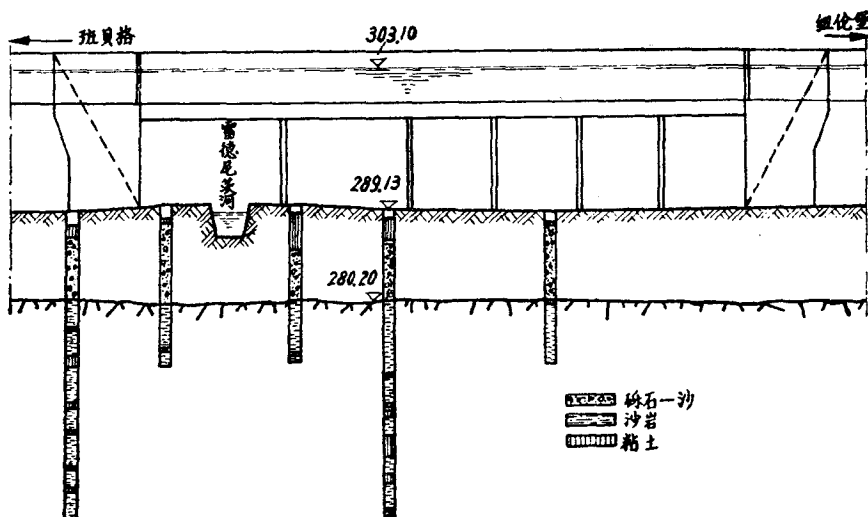


图5 雷德尼茨河渡槽范围内的工程地基

由于三迭纪形成层在很早的地质年代是受到巨大的上部重量所形成的,因而一般都有较厚的堆积层。作为一种基础方案,桩基可穿过不太可靠的表土层而到达三迭纪层上。此外还有一种具有足够的基底面积和较小的地层压力的扩大基础,对此必须采用明挖基坑和对坑壁给予水密性的围撑,以便使饮用水汲水区邻近的地下水位保持稳定而不受损失。不论选用上述基础中的何种,由于渡槽的庞大尺寸和满槽时经常作用的巨大重量,必须在静力计算和构造上,考虑地基在纵向和横向的沉降。

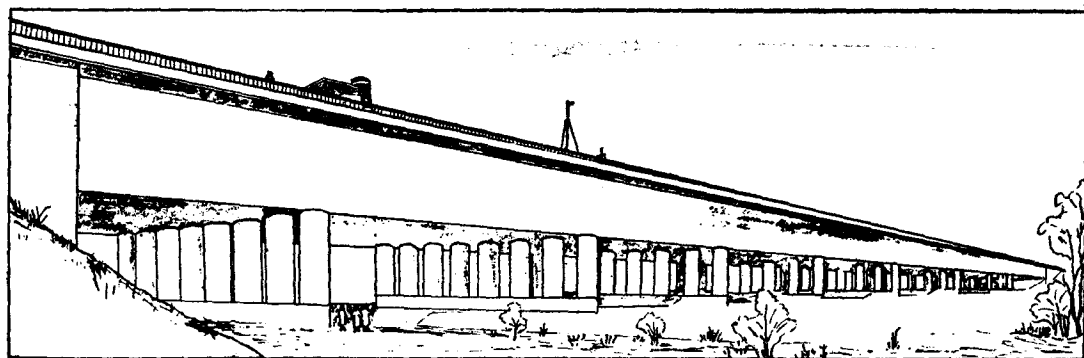
二、方案选择

迄今为止有关渡槽的施工经验表明,除了典型的钢结构方式外,在大型设计中还有钢筋混凝土结构和预应力钢筋混凝土结构。

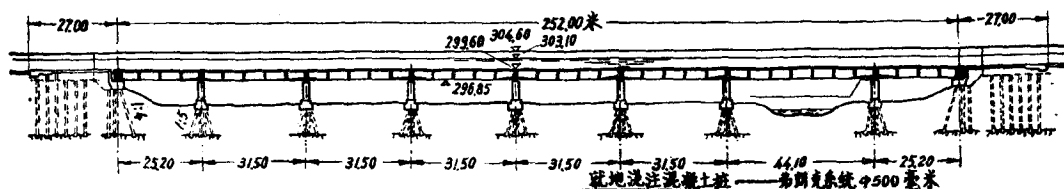
1966年春季,来因-美因-多瑙河公司收到一批钢结构渡槽施工方案和预应力钢筋混凝土方案。这些方案将作为主要承载结构作成简支梁、悬臂梁或连续梁;有一个方案采用了在墩塔上加扇形悬挂的梁式结构。承重结构本身可作成板式、板梁式及箱式。在静力体系方面,各种方案中,从无缝、整体的施工方法到用缝将构造物分割开的方法都有,大多数都是静定结

构。承重结构的体系大部分是在槽底下设多排的纵梁，而在末端较大的孔径中，则多数用箱形梁与其联接。

在提出的方案中，这里介绍其中两个(图6、7)有代表性的预应力钢筋混凝土结构渡槽。



纵断面图



横断面图

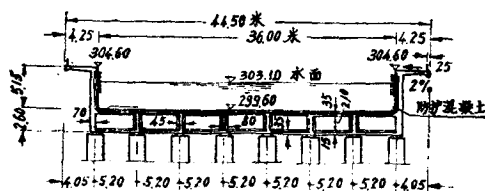
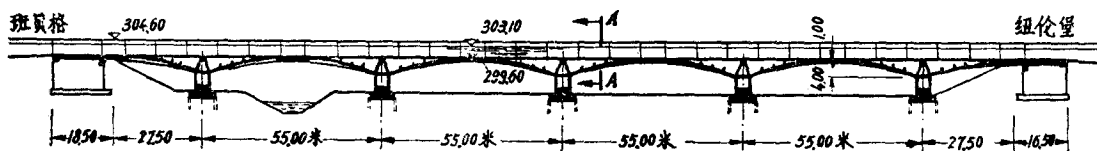


图6 Held & Francke 设计的预应力钢筋混凝土方案的外观和纵横断面图

渡槽中部纵断面



A-A 横断面图

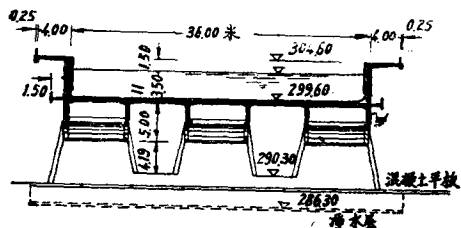


图7 Dyckehoff & Widmann 设计的预应力钢筋混凝土方案的纵横断面图

钢结构方案在整个渡槽长度上是无缝的连续结构。在多数情况下，承载系统是纵向结构，也就是说荷载分别传递给两个槽壁和槽底的纵梁系统（图8）。在处理第一段里提出的静力问题或者至少是缓和这一问题的努力中，一种情况是用作成直角的拱形钢板构成边墙，以排除沿渡槽纵向的荷载影响。

当承重结构采用纵向体系时，横梁只起到一种局部的作用。有一个被选取的方案是以一种梁格体系作为基础的，横梁采用桁架结构，其透视图见图9。另一个方案把槽底下的纵梁仅仅作作为一种局部作用，其主要承重结构是由横跨渡槽全宽的坚固的横梁与两个纵向的侧墙所组成，这两个作为承重的墙，在槽底以下必须伸得很远，其高度约达9米。这种类型的结构在一部分混凝土方案中也见到过，正如第一段中已指出的，渡槽过高会影响美观。

至于各种方案的估价，钢筋混凝土结构的渡槽在1,100万至1,570万西德马克（1974年6月100西德马克等于人民币77.53元。——编者注）之间，钢结构渡槽在1,160万至1,530万西德马克之间。钢结构与混凝土结构方案的估价都在同一个水平上，因此对这些方案在技术上的评价就起着决定性的作用。

一些方案的槽体设计为了避开第一段中提出的静力计算和变形强制作用的难题，用接缝将结构分割成较多的段落。无论谁在水工中采用过密的伸缩接缝，固然应想到能够解决困难的办法，但也应想到在合理施工中的困难以及几乎无法克服的维修上的困难。特别是渡槽建筑任何微小的渗漏都会影响美观，因此这类方案不得不淘汰。此外，对于那些在墩座、接

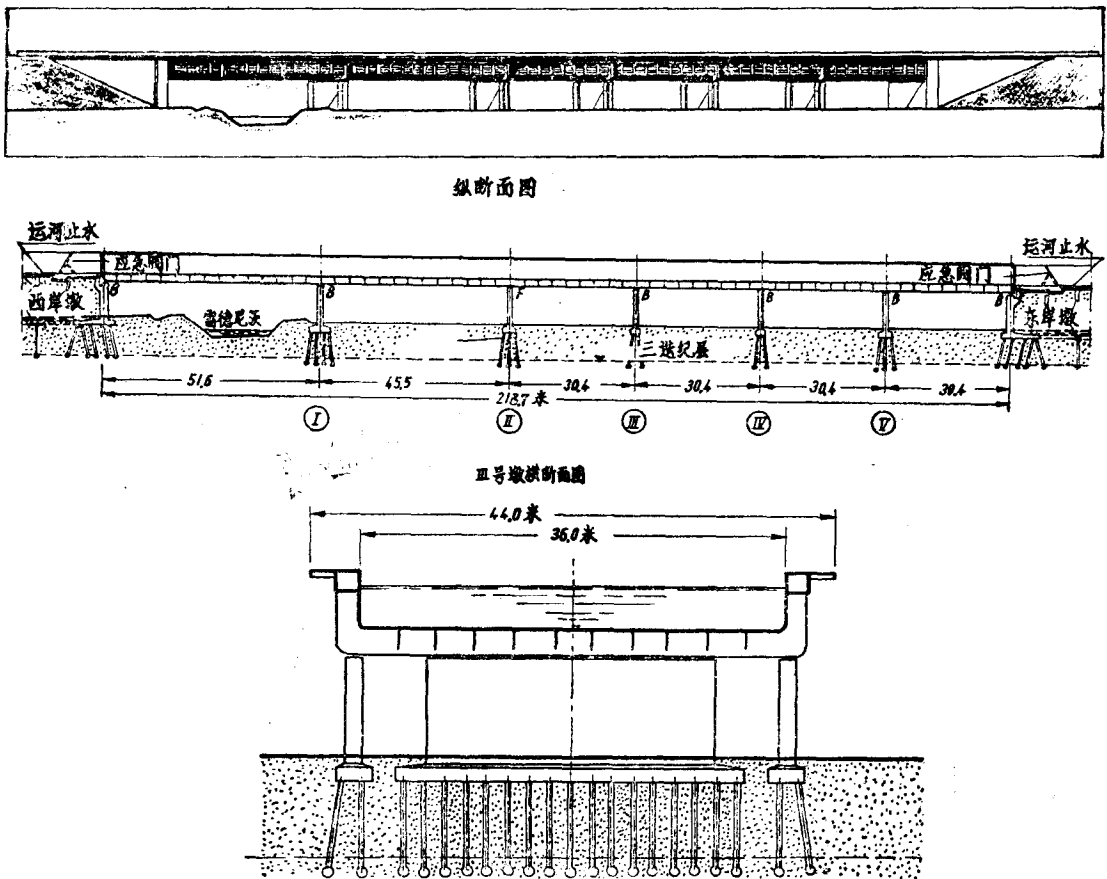


图8 来因钢铁联营和施特拉巴克设计的钢结构方案的正视与纵横断面图

缝、止水以及类似方面有明显错误和缺点的，对上部建筑高度作了变动的，或梁过高的以及有不利于洪水排泄的长大拱形施工架等方案都否定了。

钢结构的上部建筑显得没有混凝土结构方案那样复杂；评价时必须针对单个方案进行深入的分析。这里具有优先条件的方案是结构上具有较大承载能力的及造型上美观的。

因此，最后供选择的有三个预应力钢筋混凝土方案和两个钢结构方案，并且终于把两种结构方案都各集中到一个方案上来。这两个方案的估价在考虑建筑物长度和因此需追加或可节省坝工程造价方面很近似。经过长时间对各种优缺点作深入细致的分析研究，最后确定采用钢结构方案。其理由首先是钢结构渡槽具有可靠的营运安全性。渗漏一出现便能立即发现其位置；而加防漏层的混凝土结构其漏水位置和流出水的位置往往不一致，以致查找漏水缝要花费很多时间；因此局部损坏的修复与排除都需要花费时间，使得停航期要比钢结构的长；钢结构为整体焊接施工提供了理想的水密性，裂缝易查出并且维修时间也较短。

最后选定的方案是来因钢铁联营和施特拉巴克工作协会设计的方案（图8），下部建筑330万西德马克，钢结构的上部建筑880万西德马克，总计1,210万西德马克。槽底的纵梁高度作到了尽可能降低，通过扭力梁的安排构成前视面很好的布局，带前置圆柱缩短了的墩台构成下部建筑巧妙的布局，这些特点使得该方案尽管有前面提到的种种不利条件仍具有令人满意的外观，在建筑结构上显著地优于其他方案。建筑工程与施工问题将在本文第B、C和D部分作详细介绍（这次译出的是A部分——编者注）。

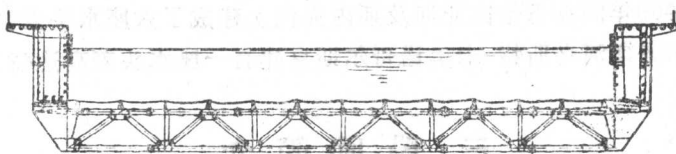
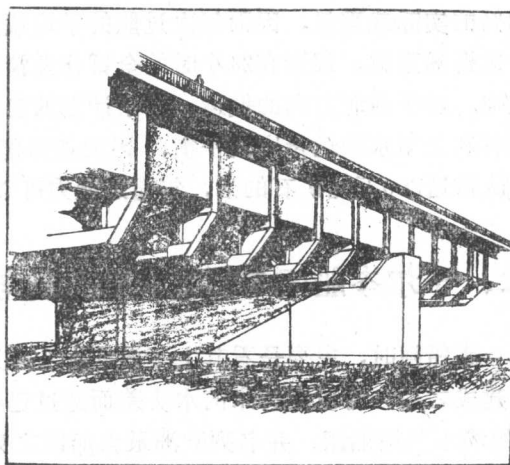


图9 戈耳诺夫等设计的钢结构方案的横断面与正视图

节译自西德“Der Stahlbau”，1972，7，193~198页，杨树林校。

西德的于尔岑船闸

Ernst Schorn

一、引言

于尔岑船闸是西德易北河侧的运河上两大通航建筑物之一，它能集中地克服运河中段和下游之间23米的水头差。

评价一座通航建筑物的通过能力，不仅取决于纯过闸时间，而且取决于整个顶推船队能否一次过闸。于尔岑船闸的设计能满足上述整个顶推船队一次过闸的要求，因而可以节省船队分解和编组所需的时间。由于该船闸具有这一优点，再加上其具有的高效率的灌泄水系统，因而每一次迎向过闸所需的时间仅为48.2分钟，这样，在每一方向的最大理论年通过能力约为2,948万载重吨。这一理论通过能力的根据是每次过闸2,700载重吨，且在全年内如同北海-波罗的海运河船闸的实际情况那样不间断地营运。

考虑到严冬季节冰冻时可能引起的中断，每年只能有330天的营运天数，且两艘“欧洲型”船迎向过闸时仅有50%的实际载重量，因而每次过船的平均载重量应为1,350吨，再考虑到应乘上0.8的连续营运折减系数，因而在24小时的全日作业情况下，每一方向的年实际通过能力为1,065万载重吨。对于南北方向的航运，由于计划的自汉堡港到萨尔茨吉特的矿石运输具有良好的卸货条件和上下水的运量比较平衡，因而如果能在一年内用载重量3,400吨的“欧洲Ⅰ型”顶推船队输送700万吨矿石的话，年通过能力可以提高到1,542万吨。

二、于尔岑船闸与现有船闸的比较

从工程结构角度评价一座船闸时，主要是看其上下游的水头差及其闸墙闸首的高度。

于尔岑船闸在1974年建成之后，将以其23米的水头差而超过已有的德国最大的水头差为18.3米的美因-多瑙运河的埃尔兰根船闸，并名列欧洲最大船闸之列。属于欧洲最大船闸的有：最大水头差为26米的东泽雷船闸以及近年设计的两座水头差均为24.67米的美因-多瑙运河上的北面的和南面的希耳波耳特斯太因船闸。

美国在1953~1969年间在哥伦比亚河及斯内克河上建成了六座水头差自27.4米到34.5米的船闸。苏联在额尔齐斯河乌斯特-卡美诺哥尔斯克建有一座水头差高达42米的船闸。

三、船闸简介

于尔岑船闸系一座省水船闸，由闸室、上下闸首、三个开敞式省水池及其阀门、泵房和上下游引航道各部分组成（图1）。

闸室净宽12米，长190米，门槛上水深4米，能容纳长183.6米，宽11.4米的“欧洲Ⅰ型”顶推船队。

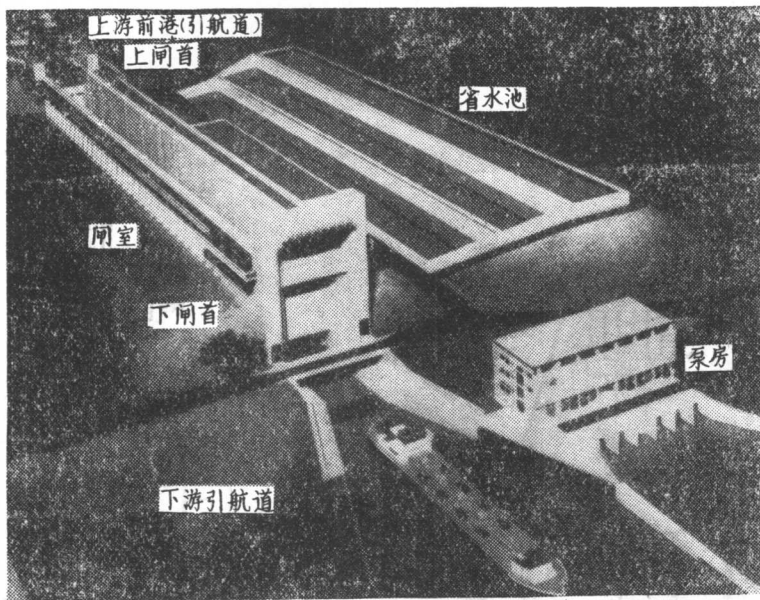


图1 于尔岑船闸的模型照片

易北河侧运河是一条静水运河，在其全线上没有大的天然支流为其供水。因此，过闸作业中从下闸首泄出的水还必须全部泵回到上游去。为了尽可能减少这种回泵水量，从而降低营运成本，必须设置省水池，依靠这些省水池便能将过闸时上游水的损失量限制在过闸用水量的40%。

图2和图3为省水式船闸的原理图。当船舶向下游过闸时，闸室中的水首先依次排入

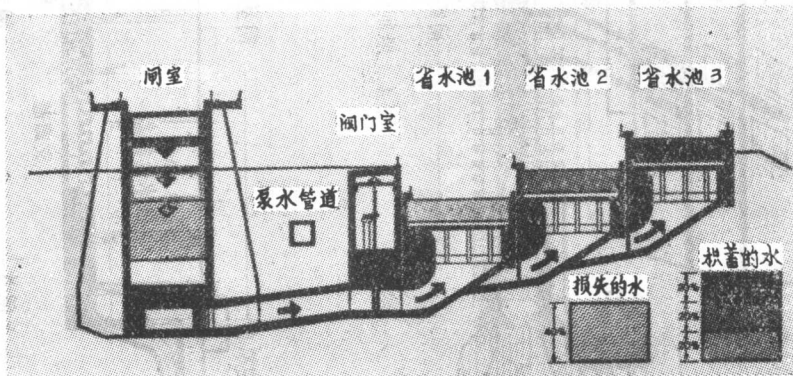


图2 于尔岑船闸的泄水

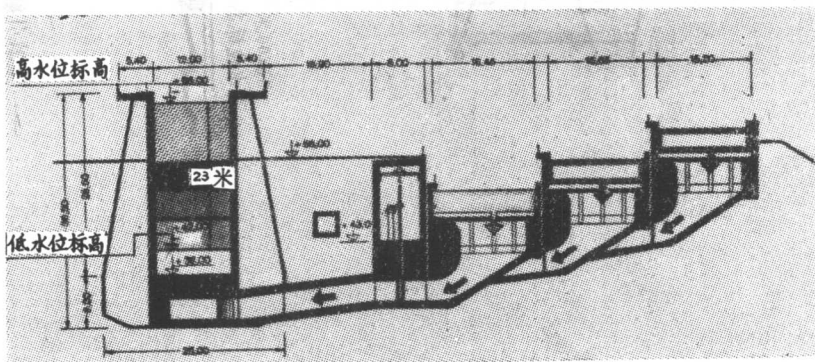


图3 于尔岑船闸的灌水

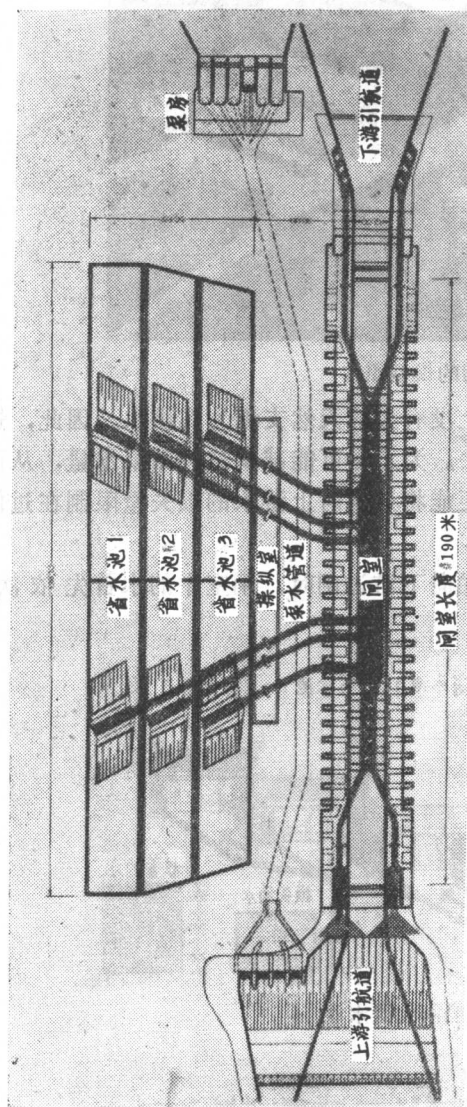


图 4 船闸输水系统平面布置图

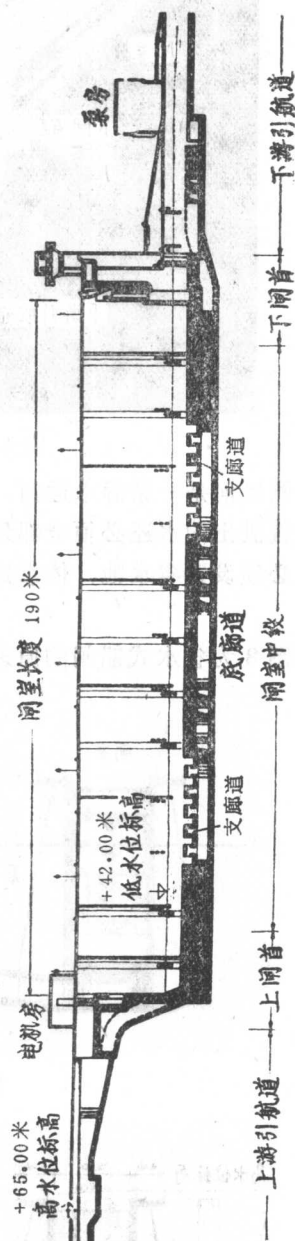


图5 船闸纵断面图

3、2和1号省水池，剩下约 $21,700\text{米}^3$ 水流入下游引航道。相反方向过闸时，首先依次用1、2和3号省水池的水给闸室灌水60%，其余40%的水需从上游放入。

省水式船闸拥有一套复杂的输水系统（图4、图5）。这套输水系统由下列各部分组成：两条纵向廊道（每条断面为 2.0×3.25 米）在闸底板内纵向廊道通过 8.0×3.0 米的分流室与底部廊道结合；两组支廊道和六条省水池管路（过水断面各为 2.5×3.5 米）。此外，还设有一条流量可达 $22.4\text{米}^3/\text{秒}$ 和断面为 $2.7\text{米} \times 2.7\text{米}$ 的泵水管道，该泵水管道亦兼作自上游泄水之用（最大 $15\text{米}^3/\text{秒}$ ），布置在闸室和省水池阀门室之间。

四、输水系统

于尔岑船闸的输水系统有两个特点：其一是两组支廊道（Füllbatterien），其二是省水池进水口（Sparbeckeneinläufe）。

一座高水头船闸的通过能力在很大程度上取决于过闸时闸室内水位的涨落速度，同时不允许因灌泄水引起的泡漩或强水流而对停在闸室中的船舶造成过大的缆绳应力。

以美国陆军工程兵团北方水力实验室为冰港船闸所作的发展为依据而在欧洲首次应用的于尔岑船闸的支廊道系统（图6），能很好地满足上述要求，这是在美国已建成的大型船闸输水系统实践中经过考验的，并由西德卡尔斯鲁厄联邦水工研究所（Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe）进行的模型试验所证实了的。

自省水池对称地流入分流室的水各经5个大型的横支廊道（ 2.2×1.6 米）流入两组支廊道，再经120个的出水口流进闸室的底槽。

从上游经纵向廊道灌入的水（最大 $74\text{米}^3/\text{秒}$ ），原则上也按这种方式先后到达两组支廊道而后进入闸室。卡尔斯鲁厄联邦水工研究所进行的模型试验证明，水流几乎是均等地到达两组支廊道的。

第二个特点是六个省水池进水口的构造，这些进水口也兼作出水口用。于尔岑船闸的每个进出水口每秒钟要排出 81米^3 的水量，对于这种进出水口的基本要求是在进水时要防止夹带空气，在向省水池灌水时，不允许发生巨浪。根据卡尔斯鲁厄联邦水工研究所的模型试验，确定进水口型式如图7所示。水流从两侧经由漏斗形进水口流入省水池。而从上部流入的水将受到一个由圆柱支承的钢筋混凝土板的遮隔，从而可防止掺入空气。试验表明，在于尔岑船闸的情况下，普通的进水口格栅盖或在漏斗中布设导墙等措施是不适用的。

现在我们用大落差省水船闸灌泄水延续运行时间表来概括这项大型水利工程输水系统的特征，如图8所示。

图8左边为闸室泄水情况，右边为灌水情况。省水池阀门用30秒打开，用10秒关闭。最

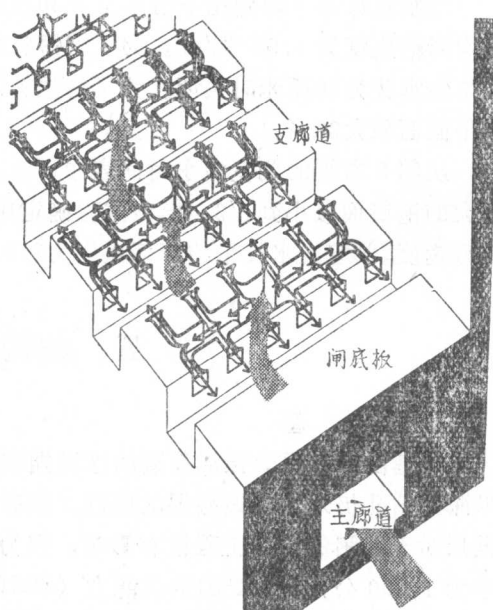


图6 支廊道局部透视图

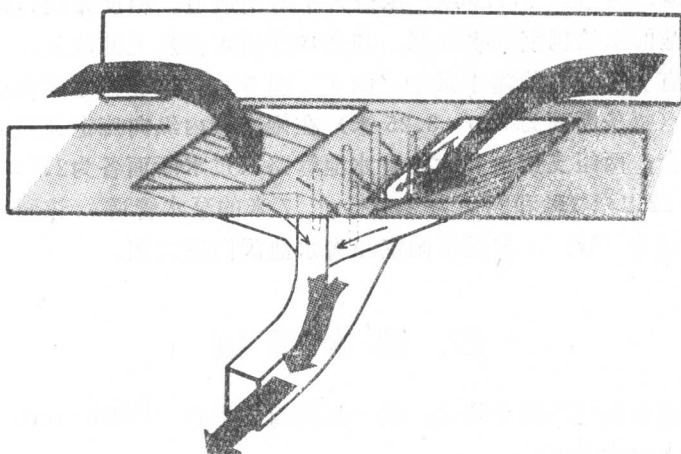


图7 省水池进水口原理图

大流量约为 $162 \text{米}^3/\text{秒}$ ，与此相应的闸室水位降落速度为 $4.15 \text{米}/\text{分}$ 。考虑到最大容许流量约为 $74 \text{米}^3/\text{秒}$ ，因此为将损失部分之水引向消能池的纵向廊道，阀门开启速度是很慢的，这时阀门的开启速度为 $1 \sim 2 \text{厘米}/\text{秒}$ ，而省水池阀门的开启速度为 $11.67 \text{厘米}/\text{秒}$ 。

当闸室水位下降到比下游水位高30厘米的水位时，开启船闸下闸门。此时，闸室水位的平均降落速度为 $1.93 \text{米}/\text{分}$ 。为了缩短省水池灌泄水最后阶段的时间，最终选定省水池阀门在剩余水头为50厘米时关闭。为了将损失水量控制在较小的限度，省水池的平面面积应比闸室平面面积大28%。

从图8右侧的闸室灌水时间表中可见，两个较低省水池滚动闸门的启闭速度为避免产生过大的泡漩而减小到 $1/3$ 。模型试验确定闸室中水的平均上涨速度为 $1.76 \text{米}/\text{分}$ ，略小于平均降落速度。闸室内水位平均涨落速度为 $1.85 \text{米}/\text{分}$ ，比迄今德国建成的省水式船闸约大30%。

五、结构特点和荷载假定

(一)地 基

地基由经过强大预加荷载的冰河期密实细、中砂层组成，其厚度最小有80米，因为100米深的钻孔仍未达到该砂层的底部。该砂层上覆盖有一层18~20米厚的漂砾泥灰石，这层覆盖层对于船闸的主体工程没有影响，因为它位于闸底板标高以上。很密实的细中砂层具有最小为 $1,000 \text{公斤}/\text{厘米}^2$ 的承载能力 (Steifeziffer)，对于北德地区，这无疑是一种理想的地基。地基的另一个优点是，在整个结构物范围内，砂层顶面几乎是一个水平面。标高较高的省水池部分建在漂砾泥灰面上，部分坐落在回填砂上。

(二)闸 室

于尔岑船闸的设计，在某些方面不同于那种过多地考虑施工方法而采用大体积结构的设计方法。

闸室断面 (图9) 是由一个对称的抗弯刚度较大的U形刚架及作为一分离式结构的高为28.5米的闸墙组成。墙每段长15米，包括三组板梁结构及静力有效作用高度较大的肋，肋在底板范围的宽度为8米。水平联系墙厚仅为75厘米，而设置走廊道的闸底板厚度达8米。

大体积的因而也是经济的闸墙结构，具有明显的便于施工的优点。