

74264-143582

86.53
J82

86.53

橋梁設計基本知識

附打樁工程的一般知識

人民交通出版社

E.E 紀卜西曼等著

橋梁設計基本知識

人民交通出版社

編 者 的 話

人民的公路，這三年來已勝利地完成了恢復和改造的歷史任務，即將開始大規模的建設。每一個公路工作者，爲了迎接這新的偉大而艱巨的任務，都迫切地要求學習先進的理論和技術。因此，本社準備今後有計劃地出版公路建設的書籍，這本「橋梁設計基本知識」是其中第一本。

本書包括三個部份：第一篇是蘇聯 E. E. 紀卜西曼教授的「橋梁設計基本知識」，對於橋梁的基本概念、工程的基本要求、設計方法及載重計算等都作了全面的扼要的論述；第二篇是羅英工程司在第二屆全國公路會議上的報告——「橋梁工程經驗談」，對於橋梁基礎工作，如準備工作、防水工作、置基工作、打樁工作、開口沉箱、氣壓沉箱等問題，結合實際經驗作了簡明的敘述。第三篇「打樁工程的一般知識」，是中央交通部公路總局根據蘇聯的公路、鐵路、重工業建築等規範中的有關資料，結合我國的具體情況而編成的，包含了選擇樁錘、蘇聯統一採用的打樁公式及其圖解、打樁記錄和試樁記錄格式以及蘇聯先進的基樁計算方法等主要內容。

橋梁工作的一般理論與實際問題，在本書中都提到了，它可以作爲一般技術幹部學習和設計施工的參考，亦可以作爲一般科學技術知識的基本讀物。

一九五三年一月。

目 錄

橋梁設計基本知識.....	1—32
---------------	------

1. 基本概念
2. 橋梁工程的基本要求
3. 通論
4. 橋梁各部尺寸的決定
5. 最經濟的橋梁跨度設計
6. 橋梁載重計算

橋梁工程經驗談.....	33—41
--------------	-------

打樁工程的一般知識	42—57
-----------------	-------

附錄1. 木樁打樁公式圖解

2. 打樁工程記錄格式
3. 試樁試驗報告格式
4. 樁基的計算

橋梁設計基本知識

1. 基本概念

在這路路線上，遇有河溪、山谷、乾河等各種阻碍，爲了使交通暢達，路綫不至中斷，就要建造橋涵，以保持道路的連續性。經過山嶺地區遭受阻碍時，則要建築隧道通過。

涵洞爲路下排水較爲簡便的構造物。建築涵洞可以使涵洞上面的路基連續通過。（見圖1）



圖1 一般涵洞側視圖

橋梁是這樣一種構造物，在建橋的地方，橋頭引道作成護坡，而載重直接作用於橋梁結構本身。

橋梁的上部構造，包括行車的底盤在內，傳達自重及所受之外力於橋梁下部構造以及於墩台。

在路綫的縱向上，有兩個橋墩的叫做單孔橋。中間另有下部構造的，叫做多孔橋。在河岸連接護坡的下部構造，叫做橋台，中間的叫做橋墩。

根據最高洪水位時，橋下自由水面的寬度，叫做橋梁排水淨空。單孔橋的排水淨空，就是兩橋台內側間的淨距；多孔橋的排水淨空，是按照最高洪水位時，各墩台內的總淨距 $\sum l_0$ 計算。（見圖2）

由橋梁底盤到河流低水位（縮寫爲 $\Gamma \cdot M \cdot B \cdot$ ）立體交叉時橋下的

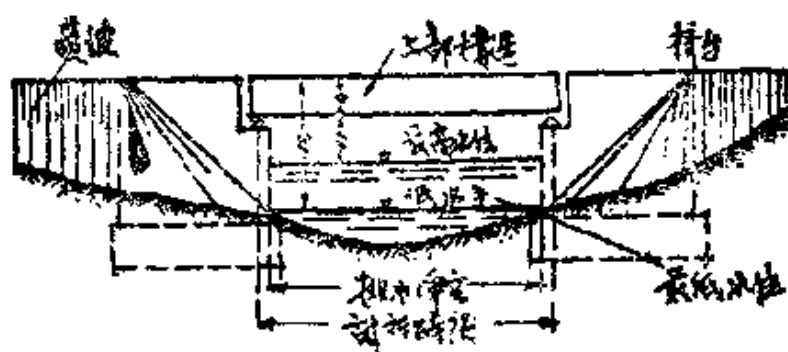


圖 2 單孔橋圖

路面（如高橋），叫做橋梁高度 H ，由橋梁的底部到最高洪水位或計算航行水位的淨距，叫做橋下自由高度。並以此可以決定橋下最高洪水位（縮寫為C.B.B）時的安全限度 S 以及航行淨空限界的的要求。

由橋面到排水孔的最下部份之間的高度，叫做橋梁建造高度。排水淨空、橋長、橋高、橋上通行寬度，是構成橋梁的基本尺寸。

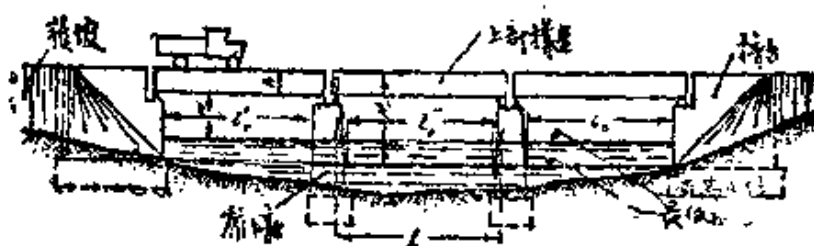


圖 3 多孔橋圖

橋梁由其承重的方式，分類如下：

a. 上行橋：橋面在上部建築的上部。（見圖2. 圖3）

b. 下行橋：橋面在上部建築的下部

（見圖4）。

B. 較下行橋或次下行橋：橋面一部在上部建築的上部，又有一部在上部建築的下部的，叫做較下行橋或次下行橋。（見圖5）

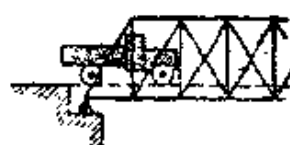


圖 4 下行橋圖

橋梁由上部構造的材料不同，又可區分為：

- ①木質橋。
- ②圬工橋。
- ③鋼筋混凝土橋。
- ④鋼橋。

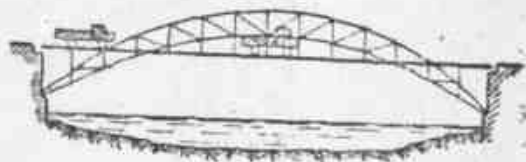


圖5 次下行橋圖

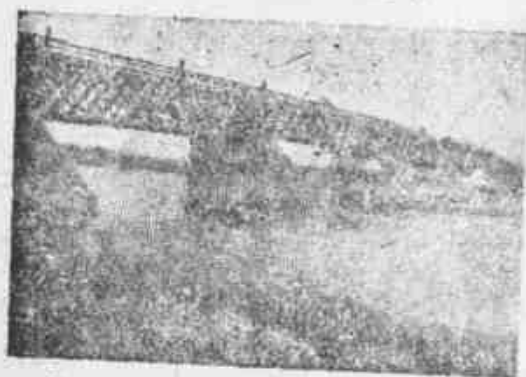
橋梁由其載重的種類可區分爲：

- ①公路橋。
- ②鐵路橋。
- ③人行橋。
- ④排水管或載水橋(係一種高架橋,也可以叫做「疏水橋架」)。
- ⑤兼用橋。

橋梁由其自身結構特點及其用途區分如下：

- ①常用橋型橋。
- ②開合式橋。
- ③運輸橋或平底船運行橋。
- ④浮橋。

除此以外,還可以再分爲：



- ①原型橋。
- ②高架橋。
- ③骨架橋。
- ④棧橋。

僅有排水作用而結構類似橋梁的建築物,也算入橋梁類。如排水管或載水橋。

通常橋型橋,或者叫做高水位橋。這種橋在河上的高度是爲了通過最高洪水位,並便於規定的船隻之自由通行(見圖3~6)。在這些橋梁中(見圖3),H是橋梁上部構造與最高洪水位或最高航

圖6 常用橋型橋(高水位橋)

行水位的垂直淨空。在不通行船筏的河流上，淨高 H 須保證橋下水流能安全通行。（此地 $H > 0.25 \sim 0.5M$ 爲宜）。

與高水位橋相反的是低水位橋。這種橋建築於低水位以上，高度很小，不能通過最高洪水位。在山洪爆發，豪雨不停時，或讓水漫過橋（叫做漫水橋）；或臨時拆除，免遭沖毀（叫做便橋）。低水位橋，多用於建築永久橋梁下部施工時，作連接河兩岸之用；或者供作戰時臨時應用。

開合式橋梁也是低水位橋梁的一種。這種橋梁的下部淨空，平常不便通航；爲了達到通航的要求，才建築了開合式的上部構造。（見

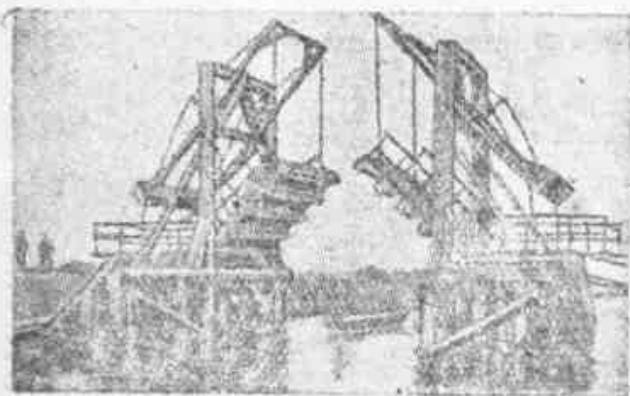


圖 7 開合式橋

圖 7) 開合式橋梁通常建築在路線不可能提高，而下部需要通航的河道上。它最主要的缺點是經常開閉，管理麻煩。

運輸橋或稱平底船運行橋，建築在較緩地的運輸船必須橫

過大河的地方。運輸橋用較輕便的結構，橫跨大河。使懸掛橋上的載重貨箱或平底船得以運行河的兩岸。這種橋多用金屬構造。（見圖 8）

浮橋建築在木筏、平底船、浮船等漂浮的下部構造上。浮橋便於通過多水而寬闊的河流，在這種河流上，建築永久性下部構造很困難，而造價又高昂，載重情況一時也不能預定，只有建築浮橋。（見

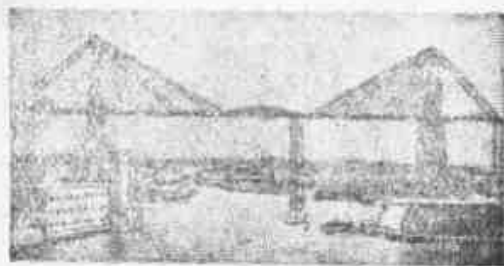


圖 8 高運輸橋

圖 9) 還有比這更簡便的兩岸交通工具，那就是渡船。



圖 9 浮 橋

所。如果在這種地帶，建築一般橋梁連結兩岸引道需要增加大量的土方工程，殊不經濟。通常護坡在25~30M以上的，以建築骨架橋為宜。（見圖11）

棧橋建築在路線高出路面以上某種高度，使橋下有一定的空間，以便於特種物品車輛的通行，並有作橋下建築或通過水流及其他的作用。（見圖12）

排水管是作為液體如水、石油、汽油等項的排泄管或轉運管，便

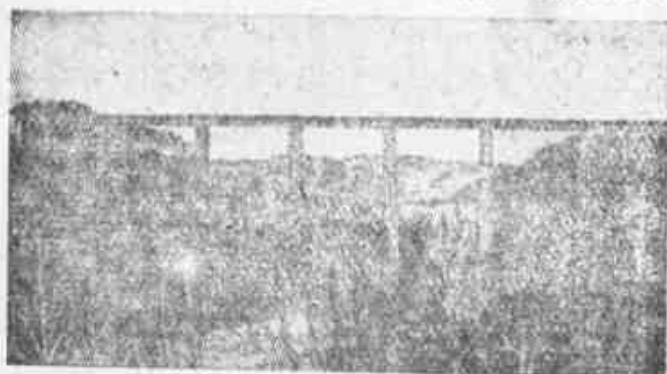


圖11 骨架鐵橋

於通過河流、凹地、山谷或其他地區。通常用鋼筋混凝土或圬工作成。（見圖13）

藏水橋，是建築在水流穿過受特種原因限制的區域。這種橋梁上部完全為着水的通行。通常用鋼筋混凝土作成；間或也有用金屬的。（見圖14）

高架橋建築在兩條主要幹線，或一條主要幹道與一低級幹道，或鐵路與公路立體交叉的地方，使車輛的通行，不受阻礙，並避免發生意外。

（見圖10）

骨架橋建築在路線交叉的深凹地帶以及山谷或乾河的處



圖10 橋底在鐵路上的高架橋

橋梁基本的分類

橋梁按上部構造的圖案設計，以及載重的情況，基本上分類如下：

- ①桁梁橋。 ②拱橋。
③框架橋。 ④吊橋。

桁梁橋是在下部構造之間用縱梁（包括單梁及板梁——譯者。）或花梁連結。



圖12 木質工業常用棧橋

當垂直載重通過橋梁時，產生撓曲作用，

並將垂直力量作用於墩台上。

（見圖15）



圖13 鋼筋混凝土排水管

拱橋是在兩墩台之間用曲梁——就是拱，連結起來。由起拱點支持

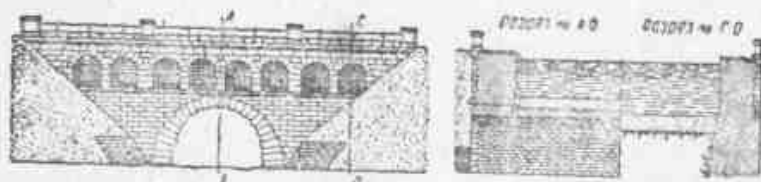


圖14 戛水橋

一切外力，由于垂直載重作用于墩台之力，可以劃分為水平分力 H 及垂直分力 V ， H 叫做橫壓力或水平推力。拱體遭受垂直載重以後，發生收縮及撓曲作用，而水平推力傳達於墩台以後，則產生一種特別

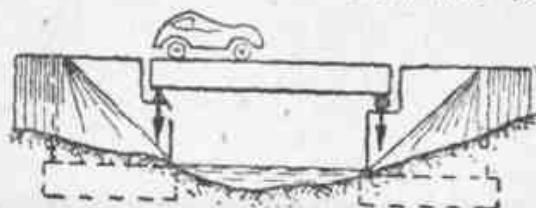


圖15 桁梁橋

的橫推作用。

(見圖16)

同樣地，在八字斜撐中大梁載重產生的橫壓力，由斜撐支持，這樣的橋型，多用于木橋。(見圖17)

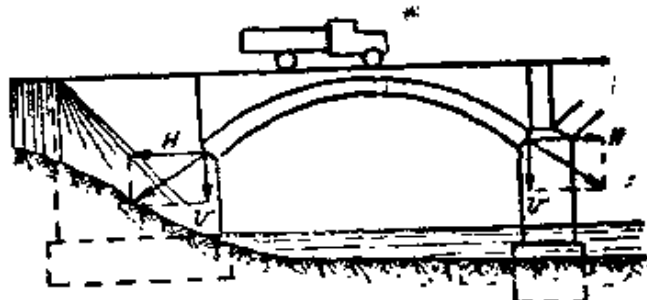


圖16 拱 橋

框架橋(也有叫做剛構橋的)上下各部結合成一整體，當載重通過框架橋時發生的橫壓力 H ，直接傳達于基礎。剛性橋的構造材料，多限於鋼筋混凝土。

(見圖18)

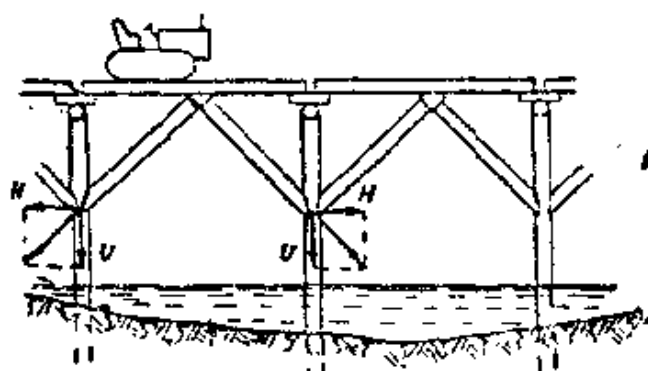


圖17 八字斜撐橋

用於橋的本身。(見圖19)

吊橋是用鋼索或吊鍊連結兩岸橋台作成。其主要力的作用成為張力經鋼索傳達於橋台，此外還有垂直壓力及水平推力作用於橋的本身。(見圖19)

橋梁上部構造的基本因素

橋梁上載重通過時，直接受力的主要部份，叫做橋幅。(也可以叫做行車底盤——譯者)橋幅由橋面及縱梁、橫梁構成；行車橋面的兩側，應

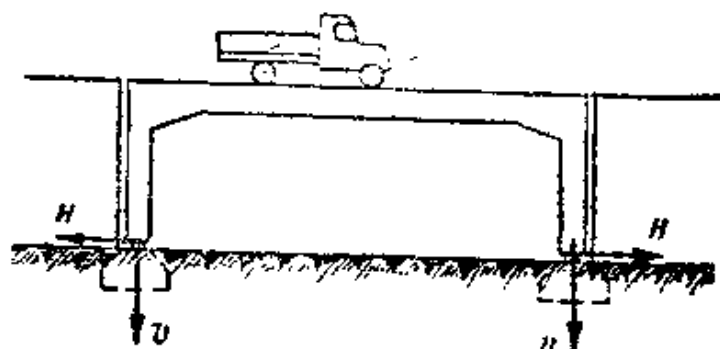


圖18 框 架 橋

預計行人多少，建造便利行人的人行道。



圖19 吊 橋

要

橋幅將所受之外力傳達於下部墩台，或經過桁梁、主架、拱體、樑架等，傳受外力於下部。

圖20表示一下行橋的上部構造，它的主要部分是兩個橋架，橋架的最上部叫做上弦梁，底部叫做下弦梁，格內由直柱或斜梁作成。

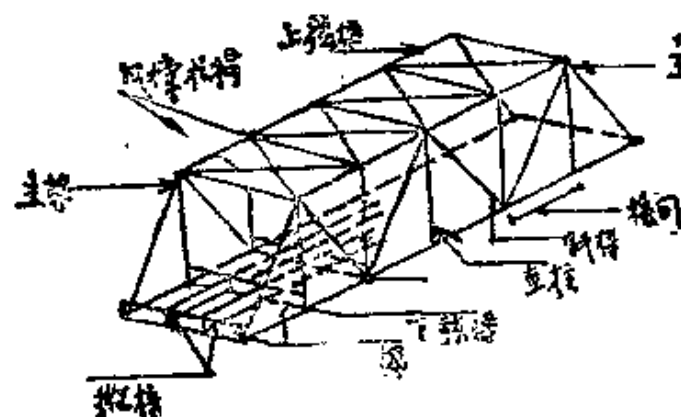


圖20 下行橋上部構造圖

上部構造承受的外力，除了垂直載重以外，還要承受橫向風力，以及當橋通過載重車輛時所發生的震動及搖擺。因此，主架縱向的連結，有

賴於上下弦梁；橫向的連結，有賴於主架以上的抗風聯桿，以及橋幅的縱、橫梁。

2. 橋梁工程的基本要求

所有的道路橋梁，都應當滿足建造和實用的、技術和結構計算的、經濟的和美術的要求。

1. 建造和實用的要求——須使桥上通行車輛適宜及安全；橋幅須有足够的寬度，使車輛不受阻礙而迅速地通過；橋面由便利行車及排

水的材料製成，並使修整簡便而迅速。

所有的橋梁，應在構造上保證必需的安全使用年限，並給予及時的檢查與整修。

此外必須考慮在加速工作進程及提高工程質量的原則下，儘可能的準備大量必需的機具。

2. 技術和結構計算上的要求——每一橋梁工程及其細部都一定要合乎牢固（合乎材料強度——譯者）、穩定、以及剛性的要求。

橋梁的牢固性決定於外力及實用應力的恰相適應，且不至浪費斷面尺寸的設計。驗算牢固性時以最不利的受力情況及材料實用應力為準。

橋梁結構的計算，必須根據圖案，有謹嚴的步驟，並擬定計算的前提條件，使所得計算結果與實際情況接近完全準確。

穩定性是指橋梁遭受外力時，各部結構具有能保持原形及固定的位置的意思。上部構造的穩定性的目的：應在風力作用時足以抵抗傾覆；在縱向的撓曲上不至收縮變形。上部與下部構造及其細部的穩定性應達到一致要求，並用工程機械，加以試驗。

穩定性的保持，應按照規定準則，並參照橋梁工程的實際經驗，加以驗算。

剛性的決定條件，是橋梁遭受外力時，各部的變形不至超過一定尺寸。超過的變形（因為剛性的不足），會於通過載重時，增加其他外力，並可以破壞全部橋梁結構。例如橋梁因剛性不足，通過活載重時，可以發生震動、鬆弛、破裂等現象，較大的上部構造的撓曲，將使上部構造，全部破壞。

3. 在經濟上的要求——必須使費用及材料消耗達到最小限度，（特別是在經濟困難之時）並儘量節省人力的使用。

經濟上的要求，不能單純的只從目前的工程造價着眼，還必須更遠的計算到日後的經營管理，以及維持、修整和重建費用，兩相比較。

只有從國民經濟的條件，總預算的要求，當地的實際情況，及工程上與管理上的條件，聯系打算，才能符合經濟上的要求。這是一個複雜而艱難的任務，要圓滿地完成它不能單靠理論來解決一切的。

4. 審美的要求——橋梁的外觀，應予人以美感。一般橋梁的外觀，要與周圍的景物相和諧，有些地方（如城市及工業中心等）並須附加美術裝飾。

近來農村或市鎮中心，對於橋梁，提出了更高的要求，那也就是說，橋梁設計，不單是工程師的製作品，也是美術家的製作品。

3. 通 論

橋梁工程從它在公路工程中所耗費的造價，以及它在施工的困難方面說，都可以証明比其他的工程項目，具有更重要的意義。因之，在路線上決定建築橋梁，必須對排水量及其各部結構加以縝密研究，使橋梁的造價，趨於經濟、合理，並使橋梁工程對於路線本身成為合理的設計。

大橋建築地點的選擇，必須從基本上考慮各種不同的具體情況。

橋梁設計的各項基本問題的決定，必須先有精確的勘測；勘測的主要任務，除決定路線與橋梁本身要求（須在河流何處建築）之外，並在勘測工程進行中，進行細緻的調查研究，註明地質資料，高低水位，河床變化，水的流速，航行及水流情況。

橋位的勘測，通常與路線配合聯系之下，同時進行。

橋梁設計的構成，是一個極為重要的工作，必須經過一定過程去選擇決定；換句話說，橋梁設計應該解決基本的如像技術上的、經濟上的、建造上的、適用方面的問題，和根據審美條件來選擇橋型體系的問題，以及其他個別的特殊問題。

橋梁設計，可以細分為以下幾個階段，順序進行：

首先，橋梁設計的最主要的任務，就是要決定一個最合適的橋梁圖案，使在適合於工程技術和經濟的基本條件上設計。適宜排水淨空

的跨度，橋型與下部建築，決定各部份的基本結構及其尺寸。通常完成這樣的設計，都是用比較研究幾個不同的草圖的方法，從草圖的比較分析中，作出合理的決定。

選擇橋梁圖案的基本原則，須服從於造價的經濟及將來的使用。

如果選用了不合理的橋梁圖案，當最高洪水位以及冰流通過冲刷橋梁下部構造時，必將遭致嚴重困難。指靠日後的加固與修整，會逐年增加維持費用。不合理設計也必定會造成施工上材料的鉅大浪費，以後再圖補正主要缺點以及細部結構，均難於得到良好結果。

正確的研究設計草圖，應該用有標準價值的設計圖對照比較分析。並且要有創造性地進行草圖選擇。爲了這個，就必須很好地了解各種圖案在技術上和經濟上的優點和缺點，並利用實際造價作經濟上的比較。

其次，橋梁設計包括着一個更加細緻的草圖研究決定工作，這一步驟，須決定橋梁各部的基本尺寸，進行一定的結構計算，研究細部結構情況，複核結構計算，決定橋梁施工方法，編製預算，確定全部工程總造價。

橋梁設計在技術上收到的效果，都應該在圖案結構部份明晰說明，施工的方法和材料的配置，必須切合實際與精確。

設計完成以後，繪製施工圖。這一工作，必須繪出全部構造物各結構部份的細部圖。驗算基本上的或細部的強度、穩定性及剛性。設計工作者應逐步地繪出爲了實際施工所必需的細部設計圖，然後，再作出施工的詳細組織計劃，並包括建橋架等其他輔助設備，以及必需的機具設備，開列明細書等。

4. 橋梁各部尺寸的決定

橋梁基本的或各細部的尺寸，標誌着橋梁的形態。一般包括以下各項：

①橋長、跨度及其高度。

②橋梁通行寬度。

③提高橋頭引道在普通水位以上，或爲了與其他道路立體交叉，需加高橋墩台或橋架，而提高橋台引道到適當高度。

④下部淨空限界，必須適應水流的排泄，與一定航行的空間。

列舉橋梁構造的基本尺寸，及其類型、構造材料等項，以決定橋梁的特徵，還要由下列因素確定：

①橋梁建築條件，關聯着通過橋下水流情況，河上通航情況、河床土質情況（附斷面圖）、普通水位與最高水位通過時的斷面圖、及有關資料、冰流期限等。

②橋上淨空限界。

③橋梁載重情況。

④橋位選擇，當地現成材料、人工條件、現有的機具設備、每年施工季節時間等。

橋下排水淨空

橋下排水斷面的決定，有賴于水流擴張範圍，及流量等的了解。須進行必需的水文及地質的勘察，河道水力計算，適于安全條件的最高洪水位的確定。

在上列的調查研究中，並須了解河床可能冲刷深度，河床及河岸必需的保護工程。

橋下淨空的決定，也取決于航行的要求，冰流故障情況以及經濟條件等等。

橋下的淨空及淨跨，在通行船隻的河流上，必須滿足航行的要求。

如果橋梁穿越鐵路、運河、自動電車道、街道、牲畜來往道成立體交叉時，橋下須保持適當淨空限界，以便利橋下交通。

路基的提高

在水面上及在山谷底以上的路基（引道——譯者）的高度，應在

設計道路縱斷面時決定。通常橋梁底部的高度，決定于航行的條件，以及最高洪水位與橋梁底部的距離，在山地或丘陵地帶，河床陡峻之處，橋梁底部的標高稍高于最高洪水位。一般橋梁底部的高度，於路線縱斷面設計時，一併決定它。

橋上行車部份的標高，決定橋的高度，并從而決定建造跨度，橋型以及下部構造。

航行要求的橋下淨空限界

通過航行河流的橋梁，當決定其跨度及高度時，必須研究航行與安全的要求。

通過多水河流的橋梁，通常按其通航情況分為通航與不通航兩部份。在通航部份上部構造的配置，必須適應橋下船舶的通行，並使橋下墩台的建築，不至妨碍順沿河流船舶的行進。橋下通航的淨跨及高度，由航行的要求決定。要明瞭這種淨空限界，必須作一專門研究。

其橋下通航的淨空限界，必須有一定的空間範圍，使船隻通行，不受阻碍。



(見圖21)

圖21 橋下航行淨空限界圖

按照船隻通行情況，及河流的特徵、類型，定出橋下通航淨空限界。各項目錄詳見表1。

計算航行水位高度——即航行期內河流最高水位，通常用河流的最高洪水位計算航行水位高度，並應調查研究橋梁設計地區的基本水文資料。

按照蘇聯國家標準委員會規定，在航道上建築的多孔橋，至少應有兩孔通航。如果不是因為河的寬度受了特殊限制，不得建單孔航道橋。如必需建單孔航道橋時，橋下淨空尺寸，應取得當地主管航務機