

全国水利設計先进經驗交流會議文件选編

井柱基础建桥

全国水利設計先进經驗交流會議秘书处編

中国工业出版社

目 录

井柱基础建桥組討論小結.....	(1)
井柱基础桥的設計与施工.....	河南省水利厅勘测設計院等(5)
宣惠河井柱桥井柱的設計 与施工.....	河北省水利厅(145)
用埋桩法修建鋼筋混凝土排架桥的 初步試驗报告.....	山东省水利厅基本建設局(166)

井柱基础建桥組讨论小结

关于推广井柱基础建桥新方法的意見

随着大规模水利建设运动的开展，修渠挖河必须相应解决生产、交通问题。但往往由于建桥跟不上需要，影响工程不能及时配套发挥效益。一九五九年河南省内黄县群众创造了一种用打井锥具钻孔，水下灌注混凝土的井柱基础建桥方法。经过各地不断地实践、总结和提高，到一九六五年在河南、河北、山东三省平原地区先后修建了大小井柱桥梁二百余座。实践表明，用井柱基础建桥，具有设备简单、操作方便等特点，能够缩短工期，保证质量，节约材料和资金，是一种合乎多快好省的方法，值得重视与推广。同样，这种方法也可以运用到其他水工建筑物基础方面。

在一般的情况下，桥梁基础的工作量要占全桥总工作量的一半以上。过去，桥梁基础施工，大都是采用挖基砌筑、沉井、打桩等办法。而采用井柱法，比上述办法优越得多，主要表现在：

（一）设备简单，易于操作，易于在群众中推广

井柱法施工全套设备，只要一个木架和一套钻杆与锥头以及一般混凝土浇筑设备，就可以担当复杂的基础施工任务。它是依靠人力操作，推转钻杆带动锥头在河底钻孔，钻孔完成后，顺着导管向孔内灌注混凝土，桥基就完成了。这种施工方法，特别在有打井经验的地区，更易为群众所接受和掌握。

（二）适应性广泛

井柱的直径可大可小（目前为0.4~1.4米），长度可深可浅（目前为5~24米）；钻孔既能在滩地操作，也能在水中施工；适宜于软基，又能克服流砂和卵石；钻孔后既能就地灌注混凝土

土，又能埋設混凝土預制桩柱，不仅适用于桥基，也可以适用于其他水工建筑物的基础，如：渡槽、閘坝、厂房的基础等，目前已采用的有河南五陵卫河碼頭、双泊河护坡防冲桩等。因此，这一新的方法具有广阔发展的前途。

(三) 施工快，造价低，质量有保证

井柱基础由于钻孔与灌注混凝土施工簡便，加上設備容易解决，又能分成几組同时施工，因而建桥速度較快。这样，就可以爭农閑、搶汛期、早完成、早使用。例如，河北省宣惠河上过去修一座公路桥需时两月，采用井柱基础建桥法后，一般二十天左右即可建成。

根据实做工程統計，跨度8米以上的井柱桥，与鋼筋混凝土排架桩桥对比，資金可节约百分之十五到百分之四十，且可节约鋼筋与木材。

工程质量方面，經开挖檢驗，桩壁呈現凹凸与土壤接合紧密，水泥浆渗入土层影响周围土质，故桩壁摩阻力比打入的混凝土桩为大。混凝土在浇筑过程中系依靠自重压实，水下养护条件較好，据拔桩与凿块等試驗資料，柱內混凝土密实，强度可以满足設計要求。

二

用井柱基础建桥虽然通过实践，积累了一些經驗，但还不够系統全面，仍存在一些問題，尚需进一步研究提高。

(一) 設計問題

井柱的設計方法与高桩承台的方法基本相同，目前有各种书籍及规范介紹的理論公式可以参考，但其中的各項參变数則应根据井柱桥的特点来选用。对于一般桥梁可根据河南、河北已有实践的經驗数据参考选定。对于重要的桥梁則应根据現場試驗数据选定。井柱所受水平荷載，由其本身刚度、上部支座与荷載来确定。墩高柱細的长桥也可以視為柔性桩墩，但对溫度应力的計算，应考虑到支座处的摩阻力，使柔性桩墩的理論計算更趋合理，

并应研究降低支座摩阻力的措施。

关于井柱应力计算，可用土壤阻力法及弹性地基梁法，后者理论比较合理。

总之，有关井柱的设计计算方法，有些理论公式尚不够完善，特别是参数的选定，任意性较大，尚缺乏足够资料数据，建议各地进一步试验研究。

（二）施工問題

在造孔时应根据土质不同，采用不同的钻头。对于亚粘壤土用大钢锥，硬土用螺纹钻锥，砂类土用螺旋钻锥，卵石（粒径不大于30厘米）用耙齿形锥比较适宜。为防止坍孔，可根据土质条件，采用抬高水位静水钻进或泥浆护壁方法，钻进时一次完成。架设钢筋骨架时应与孔口铅直，分布均匀，不使变形，其混凝土保护层不宜过小，一般为3~5厘米。井柱混凝土灌注前，须清除淤泥并在底部投置碎砖、碎石或粗砂垫层（0.3~0.5米），以防沉陷。水下混凝土系隐蔽工程，现场不易鉴定质量，必须严格按照水下混凝土操作规程施工，并且要一气呵成，不可间断。目前尚无完整的施工技术规程可以遵循，为了保证工程质量，避免工程事故，各地区须根据具体情况，编制施工细则。

（三）小桥应用井柱問題

对于跨度小、标准低的农村生产桥，采用井柱基础建桥时，可以适当减小井柱直径至35~40厘米，或加大跨度及建单根井柱桥以减小井柱工程数量。对于小直径井柱的施工质量，更应特别仔细。另外，在钻孔内埋设预制混凝土柱、回填砂土的井柱基础桥，亦能减少工程量，确保混凝土质量。

三

井柱基础建桥是群众在实践中创造的一项新技术，历史不长，在发展过程中不可避免地会存在一些問題。为了进一步提高井柱基础建桥的技术水平，有关部门必须在总结前一阶段经验的基础上，加强设计、施工、科研、机械等部门的协作，在实践中

繼續研究。同时，各地应根据需要，有計劃地建立一支亦工亦农的施工专业队伍，以便积累經驗，从而使井柱基础建桥的方法得以迅速推广。

建議参考文件

1. 井柱基础桥的设计与施工

河南省水利厅勘测设计院

河南省安阳专署水利局

河南省许昌专署水利局

河南省商丘专署水利局

2. 宜惠河井柱桥并柱的设计与施工

河北省水利厅

3. 用埋桩法修建钢筋混凝土排架桥的初步試驗报告

山东省水利厅基本建設局

井柱基础桥的设计与施工

河南省水利厅勘测设计院

河南省安阳专署水利局

河南省许昌专署水利局

河南省商丘专署水利局

緒 言

随着大规模水利建设运动的开展，各地做了许多修渠、挖河工程。修渠、挖河必须相应地解决交通问题，也就是需要建桥。过去往往由于建桥跟不上需要，使工程不能及时发挥效益。为了解决这个问题，广大群众在党的领导下，发挥集体智慧，以自力更生、奋发图强的革命精神，通过科学试验研究，在实践中，创造了一种用打井锥具钻孔、在水下灌注混凝土桥基的方法。因为是用打井法钻孔，建成圆形墩柱，所以这样建成的桥就称为“井柱桥”。

井柱桥是这样发展起来的。一九五九年春，水利电力部在河南省百泉召开的会议上，辽宁省展出了打机井的旋转式大直径锥具，这种锥具给打井钻孔技术开辟了新的途径。接着，河南省的许昌专区长葛县、安阳专区内黄县，创造了打井快速钻进的“火箭锥”。为了解决建桥挖基困难，同年七月内黄县水利局用这种锥具，首次试建了确河农场桥（见图绪-1）。一九六〇年十月，在内黄县王庄附近的卫河北岸滩地上，由交通部科学研究院、河南省交通厅、河南省安阳专署交通局联合主

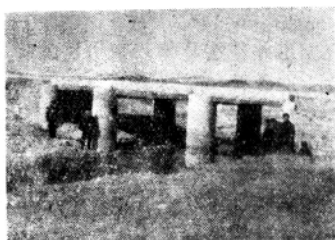


图 绪-1 确河农场桥

持，由內黃县水利局提供钻孔錐具和打井技师，进行了井柱建桥的系統試驗研究工作。至一九六三年七月試驗結束，获得了不少成果。交通部科学研究院与河南省交通厅在全国土木工程学会道路工程一九六三年学术會議上提出了名为“钻孔灌注混凝土桩研究‘俗称火箭錐钻孔法’”的論文，以科学理論分析和系統实验数据，肯定了这一方法的实用价值。从此水利与交通部門就紛紛采用。一九六三年冬，交通部門在安阳馮宿桥把井柱用作桥台，又扩大了这种方法的使用范围。現在，除了已經建成数百座井柱桥之外（图緒-2、緒-3所示是已建成的两座桥），通航碼頭、水閘和險工护坡的基础处理也采用了井柱方法。实践証明，井柱法是一种多、快、好、省的水工建筑物基础处理方法。随着我国社会主义建設事业的蓬勃发展，它有着广闊的发展前途。



图 緒-2 双柱汽-10公路桥

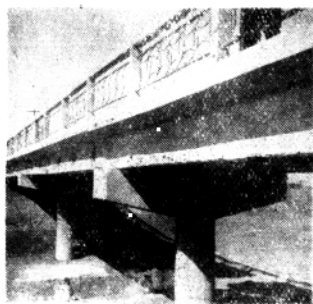


图 緒-3 单柱汽-6交通桥

用井柱法建桥，在短短的时间內发展得那么迅速，并且受到广大群众和建設部門的热烈欢迎，是因为在一般情况下桥梁基础的工作量要占全桥总工作量的一半以上，过去桥梁基础施工，大都是采用挖基础筑、沉箱、打桩等办法，施工困难，需用的人力和物资器材很多，而采用井柱法，則比上述办法优越得多。井柱法的优越性主要表现在：

1. 设备简单，易于操作、易于在群众中推广；

采用井柱法施工，只要有一个木架、一套钻杆与锤头以及一般混凝土浇注设备就能进行。它可以用人力操作。在河底钻孔后，只要通过导管向孔内灌注混凝土，就成桥基。故易于推广，容易为群众所接受和掌握。

2. 适应条件十分广泛，有广阔的发展前途，

井柱的直径可大可小（0.4~1.4米），长度可深可浅（5~24米）；钻孔既能在河岸滩地操作，也能在水中施工；既适宜于软基，又能在流砂和卵石地基中钻进；钻孔后既能就地灌注混凝土，又能埋设混凝土预制桩柱；不仅适用于桥基，也适用于其他水工建筑物的基础。因此这种方法具有广阔的发展前途。

3. 施工快，造价低，质量上也有一定的保证；

采用井柱法建桥，由于钻孔与灌注混凝土施工简便，加上设备容易解决，又能分成若干组同时施工，因而建设速度较快。这样就可争农闲，抢汛期。

根据实作工程统计，大跨度的井柱公路桥基础与沉井基础相比，工程投资可节约50%以上，材料节约20%以上。跨度8米以上的井柱桥与钢筋混凝土排架桩桥对比，投资可节约百分之十五到百分之四十，且可节约钢筋与木材。

在工程质量方面，经开挖检验，桩壁微现凹凸，与土壤接合紧密，水泥渗入土层，增加了周围土质固结，故桩壁摩阻力比打入的混凝土桩为大。混凝土在浇注过程中，系依靠自重压实，同时水下养护条件较好，根据拔桩及凿块等试验资料，桩内混凝土密实，强度可以满足设计要求。

用井柱法建桥是群众在实践中创造的一项新技术，在科学试验方面做了一些工作，也有了一定的理论根据。但是由于历史不长，虽积累了一些经验，尚还不够系统全面。目前存在的问题如下：

1. 设计方面，

有关井柱的设计与计算方法，有些理论公式不够完善，特别是参数的选定，任意性较大，缺乏足够的资料数据。实际做得

多，发展得快，目前的理論計算方法尚难完全适应。科研工作做得不多，不能及时滿足实践发展的需要。

2. 施工方面：

施工技术、施工工具設備还有待改进，已有經驗也传播得不够广泛，沒有及时研究、探討、总结，操作上尚无完整的施工技术規程可以遵循，工程质量和工效往往不穩定、不平衡。

以上存在的問題，需要我們高举毛泽东 思想紅旗，依靠群众，以自力更生、奋发图强的革命精神，勇于实践，加强科学試驗研究，进一步总结和提高，逐步加以解决。

第一章 井柱桥的設計

第一节 井柱桥的布置与型式

一、农村桥梁的設計标准及布置

农村桥梁的設計标准应根据各地区农村現有交通工具，适当考虑远景需要来确定。河南省平原地区农村桥梁可大致归納为四类，其設計标准列于表1-1中。

表 1-1

桥梁类别	道路級別	設計荷載	校核荷載	桥面淨寬(米)
公路桥	主要公路	按交通部門規定		
簡易公路桥	县区大道	汽-6	紅旗80型拖拉机	4~4.5
汽屬車桥	区間大道	3.5吨大車	东方紅54型拖拉机	3~3.5
架子車桥	乡村道路	一吨架子車或 二吨牛車		1.5~3.0

农村桥梁可分为漫水桥与不漫水桥两类。不漫水桥纵梁底高程应根据河道的設計防洪水位适当增加超高来确定，在平原地区超高可为0.1~0.5米；如需通航，通航水位以上的超高应滿足需要。漫水桥一般为漫洪水桥，在坡河上的小桥也可以漫水。桥

长除满足通过各类设计流量外，还应使桥上游壅水不超过某一规定数值，例如在平原排涝河道上，壅水高应不超过0.1米，以减少回水影响，少淹耕地。

农村桥梁的桥面高程应与河滩地面高程相适应，避免作高桥，以免马道占压土地过多及畜车过桥困难。

为了缩短桥长，节约造价，又满足桥上游壅水高度在规定的范围内的要求，在桥梁布置上常采用以下几种型式：

(1) 两岸切滩，如图1-1所示。

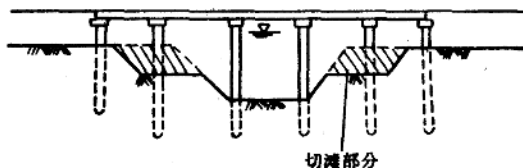


图 1-1

(2) 加宽两岸河槽，如图1-2所示。农村桥梁一般不设导流堤，为了使桥下河道断面扩大段，不致被淤积或冲刷，在桥下的河道扩大段应该用不小于1:5的渐变段与原河道相連結。桥下的顺直段不应小于1.5倍的桥面全宽。桥下开挖所增加的面积应近似地等于马道的阻水面积，但不大于桥下原过水面积的20%。

(3) 漫水桥，如图1-3、图1-4所示。洪水历时比较短，交通允许短时间中断的桥梁，可以修成漫水桥。

二、井柱桥上部构造简述

用井柱作为基础的桥梁，上部构造多为上承式钢筋混凝土桥面。从受力条件看，可以有简支梁、连续梁等种，目前已建的桥梁全为简支梁型式。从施工方面看，有现浇整体式及预制装配式等种。一般情况下装配式优越性较大，但在小型河道采用填土筑堤，在堤上钻孔作井柱基础时，由于不用脚手架，现浇整体式桥

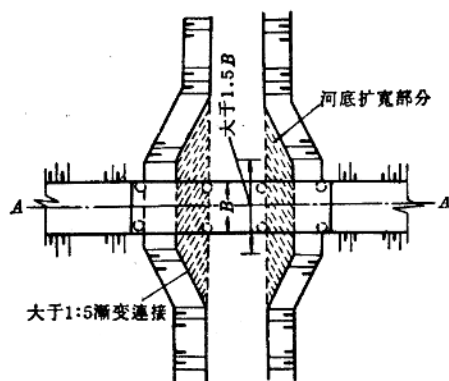


图 1-2

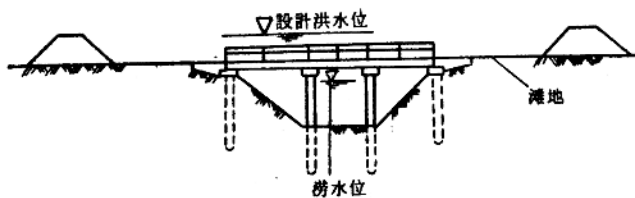


图 1-3 平原地区排涝河道的漫水桥

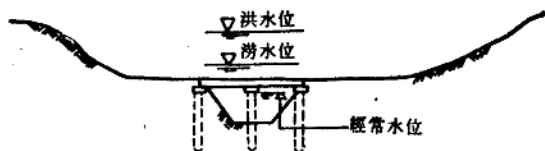


图 1-4 坡河上的漫水桥

面有时是有利的，我省有些小桥采用了现浇型式。从桥面的结构形状看，有板、T型梁、II型梁、矮腰T型梁、梁板混合等形式。板、矮腰T型梁多采用在跨度6米左右的漫水桥上，虽然有时不够经济，但它可以减少桥面厚度，减少桥上壅水高度，这对于平原排涝河道，有其特殊意义；同时板式构件施工简易，便于群众预制。大跨度的不漫水井柱桥则多采用T型梁。

上部结构与井柱盖梁间的支座，对井柱设计影响很大，须根据受力情况来设计。一般跨度超过10米以上的大型桥，需采用滑动、摆动等特殊支座减少井柱所受水平力。对于农村桥梁则常采用平面钢板、柏油或环氧树脂油毛毡、油毛毡涂蜡、橡皮等支座，以达到上部构造的力合理分配在井柱上的目的。

上部构造如系预制构件，应该用横系梁联成一个整体，并按整体设计以达到节约的目的。农村桥梁由于工地电焊不便，多采用现浇混凝土的环形接头横系梁。但对于小桥，由于梁少、桥面狭，如按偏心受压法计算桥面，横向分布系数与单块计算相差无几，故可按单个构件受力条件计算，从而无需特殊的横系梁。对于板式小桥有时也可不加连结，或只作简易的连结。

目前修建大跨度的公路桥的资料表明，下部井柱基础的投入已低于上部构造，如何合理布置跨度，改变结构型式，降低上部构造的造价，是值得研究的问题。

农村桥梁的上部钢筋混凝土结构一般采用按破坏阶段的计算方法。

三、桥上壅水高度及桥下河床冲刷深度估算

桥上壅水高度的估算对平原排涝河道上的桥梁有重要的意义，而桥下河床冲刷深度的估算对计算井柱墩高是必不可少的，但对于壅水高度及冲刷深度的估算，目前我们还没有找到比较切合农村桥梁实际的方法。下面把我省常用的方法介绍出来，以供参考。

（一）桥上壅水高度估算

桥孔、桥长确定以后，还须估算桥上的壅水高度，以检验是否超出规定的范围。

农村桥梁一般没有导流堤，其最大壅水峰约在距桥址上游一个桥孔长度处，壅水高度为：

$$\Delta Z = \eta(V_0^2 - V_M^2), \quad (1-1)$$

式中 η ——系数，根据河流的类型和河滩的过水能力而定，其值可从表1-2中查得；

V_0 ——水流未被挤压前的平均流速（米/秒），即设计流量被全部流水断面（包括河槽与河滩）除所得之商；

V_M ——通过设计流量时桥下平均流速（米/秒）。

表 1-2 η 值表

序号	河 流 特 征	η
1	山区河流，河滩很小的河流，该河滩通过总计算流量10%以下	0.05
2	半山区河流，河滩小的河流，该河滩通过总计算流量30%以下	0.07
3	平原河流，有中等河滩的河流，该河滩通过总计算流量50%以下	0.10
4	低洼地区河流，河滩很大的河流，该河滩通过总计算流量50%以上	0.15

V_M 按下述情况来确定：

(1) 对松软土（淤泥，细粒砂，中砂，松软的砂质粘土），为一般冲刷后的桥下平均流速 V_P ，即 $V_M = V_P$ ；

(2) 对中等土（砂砾，小卵石，中等密实的砂质粘土和粘土），为冲刷达50%时的桥下平均流速，即

$$V_M = V_P \times \frac{2P}{P+1},$$

(3) 对密实的土（大卵石，漂石，密实的粘土），为冲刷前的桥下平均流速，即 $V_M = P \cdot V_P$ 。

以上 P 为冲刷系数，见式（1-3）。

由于式(1-1)的计算值一般偏小, 建议设计农村桥梁时, 不论何类土 V_x 均采用冲刷前的桥下平均流速, 以简化计算。

此法在应用中一般尚能接近实际, 但对于地质紧密的河床和洪水涨落迅速的山区或山前区河流, 表列 η 值一般偏小, 故求得之 ΔZ 值需酌情增加。

(二) 桥下河床冲刷深度估算

估算桥下河床冲刷深度的目的在于确定桥孔、桥下流速及井柱的计算墩高。

桥下河床冲刷包括一般冲刷及局部冲刷两部分。

1. 一般冲刷

可参考铁道部第三设计院建议的公式:

$$h_A = H(P - 1), \quad (1-2)$$

式中 h_A ——一般冲刷深度;

H ——建桥前计算水位时的桥下水深(米);

P ——冲刷系数,

$$P = \frac{V_i}{V_P}, \quad (1-3)$$

V_i ——建桥后假定未发生冲刷前的桥下流速, 即虚拟流速(米/秒);

V_P ——主槽的天然流速(米/秒)。

从公式(1-3)的形式看它是比较粗糙的, 因为它假设主槽流速 V_P 就是冲刷流速, 超过 V_P 便发生了冲刷。但是目前各类公式很难完全适合实际, 而这个公式有简便的优点。对于计算出的 P 值还应该根据实际情况采用。例如, 对于平原河道 P 值约在1.0~1.4之间; 对于人工疏浚的河道, 桥上允许壅水高度较小时, P 值约在1.0~1.2之间; 对于山区河流, 一般不使桥台椎体护坡伸入河槽, 故 P 值不宜超过1.1; 对于通航河道, P 值约采用1.05左右。

2. 局部冲刷

因水流冲击桥墩而引起的墩周冲刷, 叫局部冲刷(h_B)。

局部冲刷建議采用下述公式計算，

对于无粘性土，

$$h_B = K_t K_v (a + K_H) \frac{V^2}{g} - 0.3d, \quad (1-4)$$

对于粘性土，

$$h_B = K_t K_v (a + K_H) \frac{V^2}{g} - \frac{6V_K^2}{g}. \quad (1-5)$$

式中 K_t ——考虑桥墩形状的系数，对于井柱桥一般采用10；

K_v ——考虑桥墩相对宽度的系数，

$$\lg K_v = -0.28 \sqrt{\frac{3/V^2}{gb_1}},$$

K_v 值可从图1-5查得；

b_1 ——桥墩計算宽度，对于井柱等于其直径（米）；

V ——冲向桥墩的垂线平均流速（采用一般冲刷后的流速，以米/秒計），对农村桥梁可近似等于河道主槽平均流速；

K_H ——考虑水深的系数，按下式計算：

$$\lg K_H = 0.17 - 0.35 \frac{H}{b_1},$$

K_H 值可从图1-6查得；

H ——一般冲刷后的水深（米）；

a ——考虑流速沿垂线分布的系数，对于河槽最深处的垂线，其流速分布差別較大者， $a=0.6$ ；对于深槽以外的浅滩部分的垂线，其流速分布差別較小者， $a=0.9$ ；对于河槽边滩部分， $a=1.0$ ；

g ——重力加速度（米/秒²）；

d ——土的顆粒計算直径（毫米），对于无粘性土，采用冲刷深度处的土样中按重量計不小于15%的顆粒直径；如 d 小于0.5毫米时，則公式中 $0.3d$ 可忽略不計；

V_K ——粘性土的容許不冲刷平均流速，其数值可从表1-3查得。

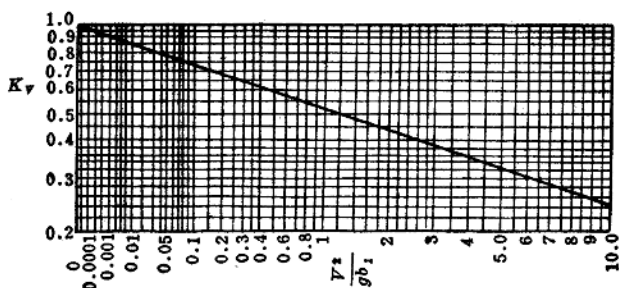


图 1-5 $K_v \sim \frac{V^2}{gb_1}$ 关系曲线

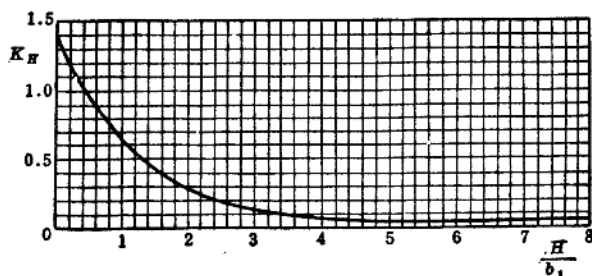


图 1-6 $K_H \sim \frac{H}{b_1}$ 关系曲线

上述公式，考虑的因素比较全面，计算并不复杂，故可采用。但流速大于3.0米/秒时，计算所得之 h_B 可能偏大；流速超过5.0米/秒时不宜采用；流速小于2.0米/秒时 h_B 可能偏小。 b_1 较小时比较合适， $b_1 > 5.0$ 米，则可能偏小。这些意见可供选用时参考。

四、井柱桥的下部结构型式

对于农村桥梁来讲，一般水平外力不大，柱墩不太高，井柱较粗，再加上目前用人工钻孔打斜孔还在试验阶段，所以我省已