

427521

520/23

62130

天然气管线设计参考资料

水下管线穿越设计手册

(内部资料)

四川石油设计院“管线设计手册”编写组

水下管线设计手册

四川石油设计院

一九七四年 成都

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

毛泽东

前 言

在毛主席革命路线指引下，我国社会主义建设飞跃发展，我国石油及天然气管线日益增多。为适应油气管线建设的需要，我们在总结了我院设计的水下管线设计经验的基础上，并吸取了兄弟单位的经验，编写了《水下管线设计手册》，以供水下管线设计施工参考。

由于我们水平有限，难免有许多缺点错误，望读者提出批评和修改意见，以助我们改进。

四川石油设计院《管线设计
手册》编写组

1974年6月於成都

目 录

前 言

第一章	管线通过自然障碍方法简介	1
第二章	穿越工程的线路选择和勘测	2
§1	资料收集提纲	2
§2	穿越点选择及对水文地质具体要求	3
一.	穿越点的选择	3
二.	穿越点水文、地质、测量具体要求	3
	1. 水流速 2. 测量 3. 工程地质工作	
4	航道图上零水位的说明	
第三章	水下裸管敷设	7
§1	水下管道水流脉动荷载分析	7
	作用在水下管道上的水动力和系数 C_x 、 C_y 的确定	8
1.	作用在水下管道上的水动力	
	(1) 上抬力 P_y (2) 水平推力 P_x	
2.	系数 C_x 、 C_y	
	(1) R. J. BROWN实验资料 (2) O. Б. ШААРАНИН资料	
	(3) 按富三特准数选用 (4) 当距河底或水表不同	
	深度时 C_x' 、 C_y' 的确定 (5) 我们设计的 C_x 、 C_y	
二.	在外压作用下管壁稳定性校核	13
1.	S. P. 铁木辛柯公式	

2. E·J·尼古莱公式	
三. 水下管道振动计称	16
1. 激动力频率	
2. 管道振动时, 液体的附加质量	
3. 管道振动时的阻尼力	
4. 管道振动时可变横向力 P_k	
5. 水下管道振动时的动荷计称	
§2. 敷设形式及设计要求	23
一. 敷设形式	23
二. 对材质、壁厚等的要求	24
三. 复壁管应力计称	26
1. 复壁管组合惯矩	
2. 架设时产生的纵向应力	
3. 试压及工作时产生之纵向应力	
4. 自然弯曲引起的弯曲应力	
四. 容重计称	28
§3. 直线式穿越设计	30
一. 管线弯曲产生的纵向应力	30
二. 裸露敷设时由于内压引起的纵向应力	31
三. 水流压力在水平面产生之纵向应力	32
四. 管线悬空产生之纵向应力	33
五. 由于温度变化引起的热应力	33

§4. 水下管线稳管型式及计称	34
一. 混凝土(铸铁块)平衡重	34
二. 水泥连续复盖层	36
三. 挡桩	37
1. 桩间距计称	
2. 桩强度计称	
3. 桩打入深度	
四. 复壁管灌注水泥浆	39
五. 堆石坝	40
六. 石笼稳管	40
§5. 水下悬链管道设计计称	44
一. 穿越点水文地质要求	44
二. 水下悬链管道静力计称假定和简图	44
三. 在均布荷载作用下水下悬链管道的静力计称(按二次抛物线)	45
1. 水下悬链管道曲线形状	
2. 水下悬链管道应力分析	
(1) 最大水平推力 (2) 拉应力 (3) 弯曲应力 (4) 因工作压力产生的应力 (5) 温度应力 (6) 水下悬链管道组合应力	
四. 水下悬链管道动荷计称及防振措施	47
五. 水下悬链管线最优矢高 $f_{优}$ 的确定	48
六. 在不均布荷载作用下水下悬链管道的静力计称	48

1. 支座反力	
2. 横拉力 H	
3. 水下悬链管道曲线方程	
七. 在不均布荷载作用下, 水下悬链管道横拉力 H 的简化计算	50
八. 考虑弹性和温度时, 水下悬链管道横拉力 H 的计算	51
九. 水下悬链管道锚固基础设计计算	51
1. 水下悬链管道锚固基础设计原则	
2. 浅埋锚固基础强度及稳定性计算	
(1) 基础强度计算 (2) 基础抗滑计算 (3) 抗倾复计算	
第四章 水下管线沟埋敷设	54
§1 对水下管沟要求	54
§2 回填	55
§3 管线稳定性计算	56
§4 顶管	57
一. 顶力计算	57
二. 顶管管线稳定的强度计算	65
1. 杆件柔度的确定	
2. 大柔度中心受压杆稳定计算	
3. 中柔度中心受压杆稳定计算	
4. 小柔度中心受压杆稳定计算	

三.	工作坑井点降低水位	68
1.	干河床渗水量的计称	
2.	基坑近河沿时渗水量的计称	
§5.	护坡设计	71
第五章	河底管沟的开挖	73
§1.	概述	73
§2.	拉铲(索缆式耙斗)	73
一.	拉铲的结构形式及工作原理	73
二.	拉铲的牵引力的计称	74
三.	拉铲的效率	75
§3.	挖泥船	76
§4.	吸泥器、吸砂器及射水装置	78
一.	简介	78
二.	水力吸泥器的结构型式及主要设计数据	79
三.	水力吸石器	81
四.	空气吸泥器	82
1.	空气吸泥器的结构与使用说明	
2.	有关计称	
五.	射水装置	88
1.	使用说明	
2.	结构形式与计称	
§5.	爆破挖沟	92

一	爆破挖沟的使用简介	92
二	裸露爆沟及其计蒜	92
	1. 裸露爆沟的应用	
	2. 炸药量的确定	
	3. 药包的排列	
	4. 单个药包的预制	
三	钻孔埋药爆沟	96
	1. 钻孔布置	
	2. 钻孔间距的确定	
	3. 钻孔的施工	
	4. 药量计蒜	
四	炸药的选用与起爆和起爆电流的计蒜	98
	1. 药包的选用	
	2. 药包的起爆及计蒜	
	3. 殉爆起爆法的应用	
§6.	围堰法	101
§7.	冻土地带的管沟开挖	104
第六章	施工方法及有关计蒜	107
§1.	沿河底拖管	107
§2.	直线飘浮过江	108
§3.	旋转飘浮过江	111
一	使用说明	111

二.	有关计标	-----	112
	1. 最大沉没深度(图解法)		
	2. 浮桶数的计标		
	3. 加浮桶后, 管段应力计标		
三.	施工要求	-----	117
§4.	水上陆地逐段接长法	-----	117
	一. 适用范围及施工程序	-----	118
	二. 有关计标	-----	118
§5.	水上沉管	-----	120
§6.	浮桥法	-----	122
第七章	施工临时设施的设计	-----	125
§1.	施工场地的布置	-----	125
§2.	地锚设计	-----	127
§3.	管线发送方法及计标	-----	130
§4.	发送道管架及基础设计	-----	139
§5.	码头、通讯及安全应急措施	-----	143
附表	1. 单位管长水平推力	-----	145
	2. 管子上抬力负浮力计标表	-----	146
	3. 摩擦系数一览表	-----	149
	4. 全国天然渠化河流和人工运河暂行通航标准	-----	144
	5. 国产拖拉机性能表	-----	150

6. 水泥车技术规格表	150
7. NT2M-80 通井机技术性能表	150
8. JQB型潜水泵工作性能表	151
9. DA型泵工作性能表	151
10. Sh型泵工作性能表	152
11. 各种管线参数一览表	154
12. 钢丝绳规格表	157
13. 国产镀锌铁链规格表	159
14. 穿跨越技术经济指标	159
15. 本院设计过江管线一览表	160
16. 滑轮轮轴的剪应力及支承应力表	161
17. 国产(山西)手摇绞车规格表	161
18. 沈阳造螺旋千斤顶	162
19. 国产横移式螺旋千斤顶	162
20. 山海关桥樑厂螺旋千斤顶(横移式)	162
21. 国产液压式千斤顶规格表	163
22. 国产倒链性能表	163

附图:

1. 自动配浆固管流程	164
2. 施工平面布置图	165

参考资料

第一章 管线通过自然障碍方法简介

建筑大型长距离管线时，在线路上常常遇到河流、湖泊、沼泽、水庫、海峡和峡谷等自然障碍。由于施工受到季节影响，水上作业困难和复杂，劳动条件差，投资及经营费用高昂，且不易维修，通常应力求避免穿越这些自然障碍。但是绕过这些障碍有时是不可能或经济上是不合理的，这时便需要采取穿越或跨越的方法，一般方法有：

1. 水底敷设管线——穿越；
2. 利用管子本身的强度，高出水面建造管桥——跨越；
3. 修筑专门土堤把管子置于土堤内——这是沼泽地带常用方法。

每种方法各有优缺点和使用条件。跨越适于在河流两岸陡峭，河床不稳定，河底土壤冲刷剧烈，河流需定期疏竣的地方。施工时水上作业较少。但因架空，防腐绝缘维修工作量大，管线暴露不符合战备要求，在大型河流上施工复杂，需施工设备多，从目前施工技术力量上看较穿越投资大。因而在河流两岸地形平缓，河床稳定，不影响航道疏竣等地，应尽量采用穿越方法。这种方法较跨越施工简单，工期短，投资省，且因处于水下河床上或河床管内，符合战备隐蔽要求。目前在我国大多采用穿越。

随着社会主义建设事业的不断发展，我国已在长江、黄河、黄浦江、嫩江、珠江、嘉陵江及其它河流上敷设了不少管线，这些管线口径从 $\phi 89 \sim \phi 720$ 毫米不等。穿越形式有裸露于河床上和河床管沟内的，敷设形状有直线的和垂向下游悬链型的几种。

第二章 穿越工程的线路选择和勘测

§1. 资料收集提纲

穿越工程的最优方案决定于正确的穿越方法及施工方法和穿越点的合理选择，为此必须获得大量资料。大型管线穿越设计资料收集应包括：

1. 穿越段河流的状态、性质、河道演变情况。
2. 河床的土壤性质，河床冲淤规律。
3. 河漫滩地形及工程地质情况。
4. 近十年来最高洪水位，枯水位，常年水位及其相应水位之流速，流量、水面宽度、水力坡降，流速分布规律、流向。
5. 水的容重，水的腐蚀性能。
6. 穿越点附近及沿河水工构筑物设计原始资料，构筑物地物远近景规划。
7. 穿越点航道图(有等深线的，长度为穿越点上下游各一公里)。

8. 河流等级，通航频繁程度，通航船只吨位，木筏流放季节，河流疏浚计划。

9. 穿越点不同季节 年分之河流横断面的比较资料。

10. 河流封冻期，解冻、流冰期、冰层厚度。

§2. 穿越点选择及对水文、地质要求

一. 穿越点的选择

穿越点的选择，应考虑线路走向以及不同穿越方法对施工场地的要求。穿越点宜选择在河流平直(两个河湾之间)，河床稳定，水流平缓，河底平坦，两岸具有宽阔漫滩，河床地质构成单一的地方。凡是沙滩和浅滩，桥樑上游三百米，下游一百米以内地区，水工构筑物冲刷段，船只可能停泊下锚处，都不宜作为水下穿越地点。此外，穿越点两岸不应发生侵蚀。穿越施工场地在水深急流采用直线河底拖管时，其宽度应不小于江面宽。采用旋转法过江，应具有平行河流方向长于江面且宽度不小于50米之平坦施工场地，同时要求水流速不大于1米/秒。

二. 穿越点水文，地质测量具体要求

水文地质资料落实与否是水下穿越管线建设成败之关键，因而应对上述资料深入调查，力求取全取准。

1. 水流速随季节而异。同一横断面各点流速亦不一样，甚至每一瞬间均各有别。因而取用最大瞬时流速作为

设计流速显然过于保守，造成稳管加重材料的浪费，也不尽反映实际情况，所以以往的设计都取最大断面平均流速作为设计依据。

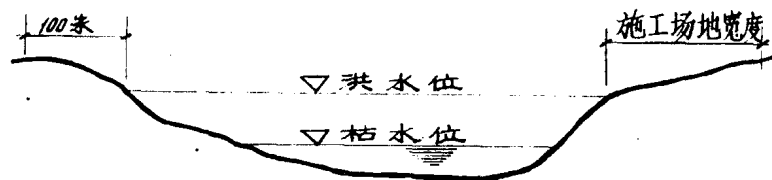
垂线流速通常如下图规律分布。但据长江个别水文站测得江底流速可为表流速的 $0.85 \sim 0.9$ 。因此大型穿越时应向穿越点上下游之水文站，或自建水文站取得横断面和垂向流速分布规律，并收集历史最大流速进行对比校核。

由于管线长期受水作用，因而要求测定水的腐蚀性能（即对混凝土、钢管、沥青的危害程度），及水的容重。

2. 测量

管线纵断面图(河流横断面)。比例一般为 $1/200$

$\sim 1/500$ ，长度如下图所示：



穿越点平面图，比例一般为 $1/500 \sim 1/1000$ ，其范围如下：

a. 当河流稳定时，穿越中心线上下游各100米。

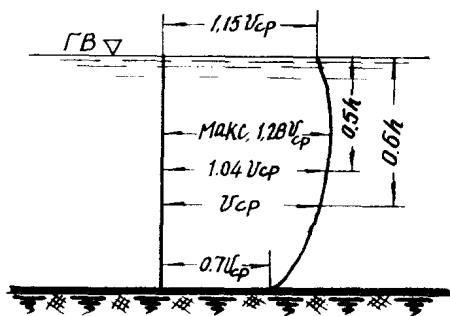


图2-2-1 垂线流速分布

b. 当河流不稳定时，穿越中心线上游300米，下游200米。

c. 曲线形敷设应在上述河宽要求上加宽100米。

上述测量之长度应包括施工场地。地形图应有等高线，测点在中心线附近50米内加密，每隔4~5米一个。平面图应备有不小于10个断面以供选择。

大型之穿越均应在不被洪水淹没地方设立水准基点以及中心线控制桩。高程系统在可能情况下应取与河流水文站相同者。若引测困难，允许采用相对高程，此时应设立固定桩以为基点。

3. 工程地质工作

应通过钻探或可靠方法，取得地质构成成果，并绘出地质剖面图。通常地质工作是沿中心线进行，如地质条件不好，应取若干断面进行。钻探间距及布点如下：

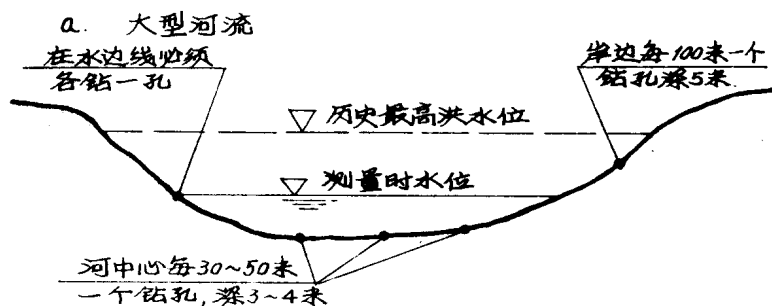


图 2-2-2 工程地质剖面钻孔布置示意