

伊拉克贝肯水坝地质工程孔施工技术简况

冶金部第一冶金地质勘探公司 李勇



钻探技术

前言

冶金部地质局组织的国外钻探工程服务队(50人),1983年3~9月与日本灌浆公司配合,赴伊拉克承包贝肯水坝基地的地质工程钻探任务。开动钻机11台(每台3人操作),实行每月26天、每天单班12小时工作制(8小时钻进,4小时透水试验),共钻进66个钻孔,完成工程量6970米,平均台月效502米,岩芯采取率95.3%,进行透水试验1179次(成功率达98%),钻孔合格率100%,人造金刚石钻头平均寿命141米,最高600米,提前3个月完成了计划任务。

施工目的及地层地质情况

1. 钻探施工目的 为在大扎布河上游建造大型水电站,必须对预选坝址的地质情况进行勘查,了解下部地层组成与结构特点,并测定岩石的渗透(水)情况,以确定坝型及相应的技术措施。

2. 地层地质情况 钻孔分布在两个勘探区,一个是主坝区,另一个是下贝肯区。两区的地层以砂、砾石、卵石层、流砂层、大理岩、石灰岩、页岩、砂岩为主,其可钻性为4~9级。岩层较破碎,部分地段含溶洞,钻探中经常出现坍塌、漏水现象。各孔所钻地层也有较大差别。

水坝座落于两座山所夹的河谷之中,两侧是30~60°的陡坡。孔位低者在水面以下,高者在水面以上355米的高坡上,给施工带来不便;且钻孔较浅,搬迁频繁,复杂层开孔与护壁都影响施工的进度。

3. 工程量与技术要求 施工钻孔的倾角见表1。要求对每一钻孔都作透水试验,每钻进5米进行一次,岩芯采取率(包括砂土层)大于85%,要求在9.7个月内完成全部任务。为进行透水试

验,不能用泥浆洗井护壁,而且第一次钻进孔径只能是 $\varnothing 76$ 毫米(为适应止水器外径)。

表1

钻孔数 (个)	孔深 (米)	倾角 (度)	工程量 (米)
48	101.3	90	4658
8	150	70~80	1210
3	67	60	200
2	150	50	300
5	99.4	180	492
2	60	(水上)90	120

钻探施工技术特点

根据地形地质条件及设计要求,本次施工的特点是:交通不便,搬迁频繁,地层复杂,又不能用泥浆护壁,透水试验工作量较大,而且受第一次钻进,孔径限制,许多孔段透水后必须进行第二次扩孔钻进,从而增加了工作量与工序的烦琐性。为克服上述困难,本次摸索了一套野外快速施工技术与措施。

1. 高空索道搬迁钻探设备 为解决在河谷激流上来往运输的问题,充分利用了高空索道。索道长1200米,高400米,横跨在大河之上,用一台双筒绞车,吊起运送。在用索道进行作业时,配有三只对话机联系指挥。这种装置搬运速度快、安全、方便、节省劳力。其最大负荷2000公斤,可整体搬迁钻机、水泵、钻塔(轻便型管子塔)。用此装置相辅助共施工了12个钻孔(图1)。

2. 机动绞车和小型架空索道 由于施工地点变化多样,固定的大型高空索道有时不能满足所有的孔位需要,因此,常使用机动绞车与小型架空索道。后者安装简单,可用于运输钻机、水泵的分部件及管材工具等。用这种装置配合,共施工了10个钻孔(图2)。

3. 渡河运输工具 主要有组合浮船(图

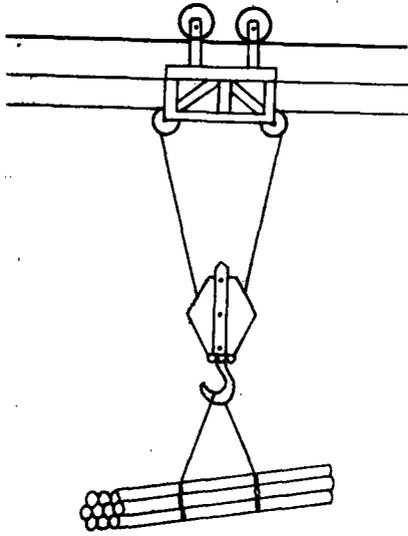


图1 高空索道运输

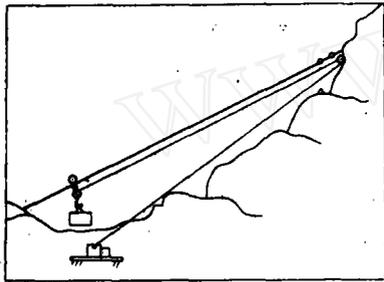


图2 小绞车与索道

3),它可以渡运汽车、设备、管材等,一般用三只 2×6 米的铁船组合在一起,一次可运渡两辆汽车。河岸上设有双筒绞车及一根架空滑道,滑

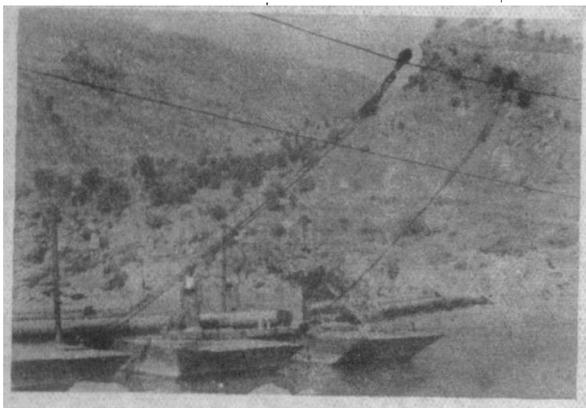


图3 组合浮船

车钢绳固定在浮船上,浮船通过绞车牵引泊渡,运输量大且安全可靠。

渡河时还常使用橡皮艇,用以运送上下班人员,快而轻便(图4)。



图4 橡皮艇渡河



图5 钢绳吊桥

4.钢丝绳吊桥 吊桥设在主坝的位置,跨于两陡山之间,距水面35米,长200米。桥的两端用钢绳固定在两岸的基岩上,桥面用槽钢铁板组装在钢绳上,两侧有安全网,两岸有高7米的铁架子,通过铁架子的钢绳把桥提起。主要用它解决徒手人员走路与运输急用的零星物品(图5)。

5.水上钻机平台 用两只 2×6 米的铁船联接一起,组成水上平台。位于图6两船中间平台上的是一台OE-2L型钻机(200米钻机),并配有4.5米直塔。船体靠四根绷绳定位,钻孔孔口有一定位井口管,尽管船体有时摆动,并不影响施工。

6.供水系统 施工区采用五种型号水泵,

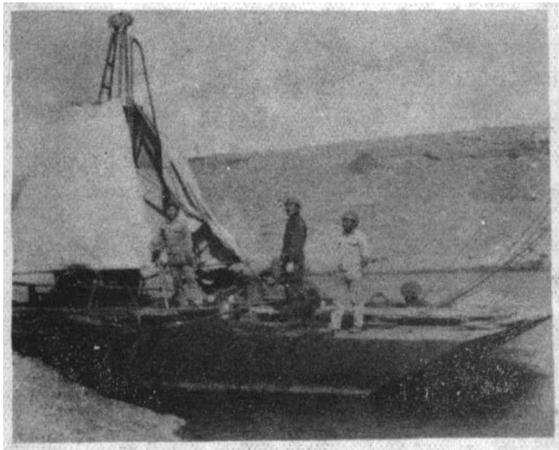


图6 利用浮船平台钻探

组成供水网满足11台钻机的需要。

第一级用潜水泵，从河里取水（图7）。它是靠两个空油桶浮在水面来固定的。潜水泵把水送到二级站（使用九级离心泵）之后，通过 $3\frac{1}{2}$ "的主管道把水再送到三级站（大水箱），此处安有两组4台MG—15型并联水泵，用 $2\frac{1}{2}$ "的铁管向5~8台钻机供水；该站同时还向更高远的四级站送水，四级站装有两台MG—10型水泵，通过 $1\frac{1}{2}$ "的塑料管分支管路供给3~4台钻机用水。位于更高处钻机的用水，是通过装有NS—1503型动喷泵的五级站来完成。

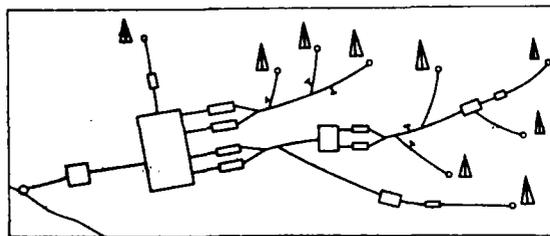


图7 五级供水站分布示意图

从整个供水网看，用不同类型的泵、管路及不同组合形式，合理地解决了各种高程的用水问题。同时，各供水站所用发电机、电机、柴油机、泵的运行，都设有自控装置，而无需专人看守。

7. 钻机平台与简易钻塔

(1) 钻机平台 在高山陡坡上施工，修筑地盘困难，多采取不修或少修地盘的办，即用 $2\frac{1}{2}$ "管子及管卡搭架子，组成所需的平台，把钻机架在其上，再在附近基岩上打地锚眼，通过钢绳把钻机固定住。这对于水平孔更易实现。

(2) 轻便简易管子钻架 用 $1\frac{1}{2}$ "的管子及管卡，组成四角或三角架。其特点是搬迁轻便，安装快，对施工浅孔有利。塔架高度视钻孔深度而定。本次使用配合关系是：150米孔深用7.5米的塔，提6米钻具；100米孔深用6米塔架，提升4.5米钻杆。这种塔重量200多公斤，安装一次最多3小时。图8是6米的直塔架。

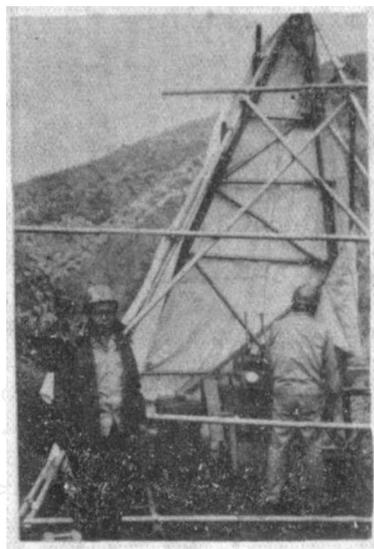


图8 管架直塔

(3) 大倾角斜塔架 如施工钻孔倾角为 $50\sim 70^\circ$ ，为便于提升钻具，是把钻机装在塔架正前方，塔架的后方用钢绳绷紧，安装时注意把塔上滑车与钻机立轴、孔口对好（图9）。用这种装置，钻完了44个钻孔。

(4) PD—9.5A型轻便塔架 可用于300米以内的钻孔，主塔腿为2"铁管，副腿为 $1\frac{1}{2}$ "铁管，拉手 $1\frac{1}{2}$ "铁管，绞连处用活卡子连接，塔上滑车单排两个滑轮，两轮中心距0.75米。这样就可使钢绳通过两轮的导向，准确地分别与井口和升降机对中，从而解决了钢绳与卷筒的斜交问题。钻机安在组合的铁基台上。塔重700公斤，可整体立塔，有时还可整体吊运，拆装也很方便。

多种钻进方法及工艺措施

1. 干钻取芯法 在砂土层中钻进，为保证取得土层原始形态，不能用清水等液体洗井，因

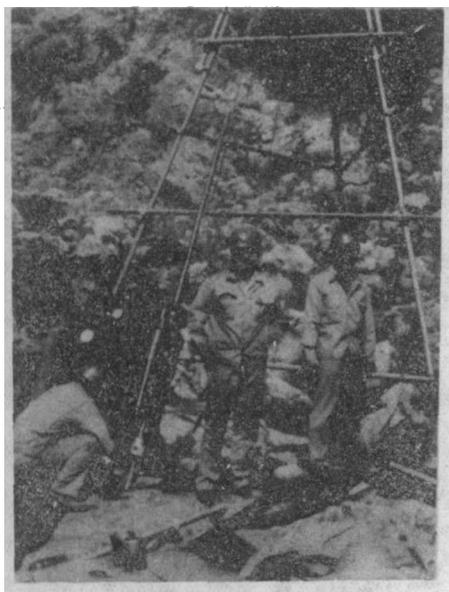


图9 管架斜塔

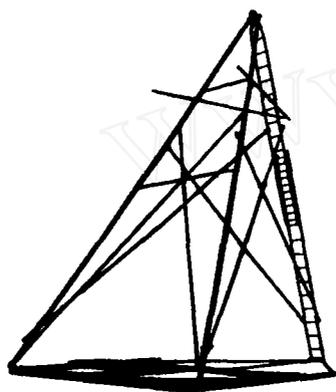


图10 PD-9.5 A塔架

此, 采用干钻法。干钻钻具(日本产)的岩芯管规格为 $\varnothing 73 \times 7.5$ 毫米, 长1米; 厚壁合金钻头为 $\varnothing 76 \times 10$ 毫米, 丝扣连接部分加厚。这种配合造成了有较大内外环间隙, 以减少回转阻力, 同时可使岩芯直径相对减小, 防止管内堵塞破坏; 考虑干钻时扭矩加大, 所以, 其丝扣部位采用加深的梯形螺纹。

2. 复杂层的跟管钻进法 在钻进砂砾石、卵石层(河滩地带)、破碎风化层、裂隙溶洞等地质层时, 孔壁稳定性差, 井内岩屑砂石堆积, 经常造成夹钻事故和孔内漏失。多采用下述办法:

(1) 少钻、勤提、快通过 不十分复杂地

带可缩短回次(以保岩芯), 快速通过复杂段。有时用提钻不停水的办法, 也有利于护壁。

(2) 跟管钻进 适应透水试验要求, 每一钻孔均要用清水洗井, 这对复杂层的施工十分困难。为此, 采用了跟管钻进法。具体办法是, 先用 $\varnothing 76$ 毫米金刚石钻头钻进并取得芯(每次钻1~2米), 再用 $\varnothing 91$ 毫米口径套管(带套管钻头)扩孔跟管钻进, 这样一段一段地多次重复进行, 直到穿过复杂层。跟管钻进所用的套管是特定设计的, 壁厚6.75毫米, 每根长0.5~0.9米, 以便于续接。为加大钻机立轴下端与地面的距离, 井口挖有0.5~0.8米的深坑, 从而提高了跟管钻进效率。在钻较硬的砾石层时, 由于合金严重崩刃, 钻不下去, 改用孕镶人造金刚石钻头跟管钻进, 因为这种钻头有良好的研磨性, 又不易崩刃, 且有刻取硬岩的能力, 所以, 一般可不更换钻头, 一直跟管钻进到完整岩层。所钻66个钻孔中, 有85%是用跟管法钻进的, 取得较好效果。如有的单班, 一月内开孔五次, 还完成进尺212米(包括透水, 取芯等多项技术要求)。

3. 飞管护壁法 在遇到大溶洞、大裂隙, 灌注水泥无效时, 曾使用飞管护壁, 也取得成功。如施工NF-3号孔时, 在井深65~73米处遇到流砂与溶洞, 无法钻下去, 后用易反接头送下去10米长的飞管而解决了问题。

4. 水泥灌注护壁堵漏法 在深部钻孔施工中, 由于有严重坍塌漏水, 用扩孔跟管法有一定困难时, 则使用(在透水后)水泥灌注, 得到了良好效果。全部工程中, 对21个钻孔灌注水泥67次, 其中65次获得成功。

5. 人造金刚石钻进技术的使用 穿过第四纪地层后(下好套管护壁), 下面的地层全部使用人造金刚石钻进。所用金刚石孕镶和聚晶(占少部份)钻头全部是冶金部第一冶金地质勘探公司钻头钻具厂生产。钻头唇面为圆形, 金刚石为优质(60~70目)JR4型以上产品(扩孔套管钻头除外), 金刚石浓度为22%, 胎体硬度HRC35左右。由于所配钻具和取芯方式不同, 钻头使用又分三种情况:

(1) NQ75绳索取芯钻具钻进 所配钻头

外径 \varnothing 75.3毫米, 共用钻头13个, 完成了20个钻孔, 累计尺进2972米, 平均钻头寿命228米, 其中4个钻头超过300米, 最高达600米, 平均时效2.5米, 平均台月效668米。回次长度2.5~3米, 提钻间隔5米(每5米进行一次透水试验)。试验证明, 此套钻具性能可靠, 打捞岩芯成功率100%, 并配有干孔下放打捞内管装置。

(2) STH-76单动双管(日本产) 该双管1.5米长, 钻头壁厚6.75毫米。因此, 钻进中要短回次, 多提钻, 致使配属时间比例过大; 另外, 尽管薄壁钻头刻岩阻力较小, 岩芯直径相应变粗, 但内外间隙变小, 洗井液通过的阻力加大, 粉屑排不上来, 回转阻力大, 钻进效果不够理想。用此种钻具钻进了20个钻孔, 总进尺1800米, 平均时效1.72米, 平均钻头寿命75.5米, 比绳索取芯效率明显降低。

(3) NQ钻具提钻取芯钻进 把NQ钻具配上 \varnothing 40.5毫米的普通钻杆, 来取代STH-76钻具, 使时效由STH-76钻具的1.72米提高到2米, 钻头寿命达到180米。用这种方法共施工了26个钻孔, 总进尺2198米。

透水试验装置与工艺

设计对透水试验的要求是, 在各孔段中每钻进5米必须进行一次透水试验, 每次透水观测时间为100分钟, 每个压力值观测10分钟流量, 此

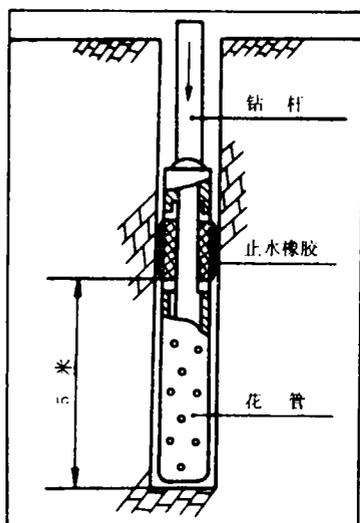


图11 橡胶花管压力止水

间, 每分钟记录一次数值。本次施工中使用了两种止水器。

1. 橡胶花管压力止水器 在较深孔段岩石完整的条件下, 这种止水器效果较好。具体操作是在止水器下接5米长的花管, 用钻杆送到井下, 用钻机立轴的压力迫使胶套膨胀, 紧紧堵塞钻孔, 然后用水泵向孔底送水, 并不断调节泵压进行透水观测(图11)。

2. 充气胶囊止水器 在浅孔及破碎地层中使用更为适合。具体操作是用钻杆将其送到孔底(使止水部位离孔底5米处), 然后用氧气瓶向囊内充气(一般达到2公斤/厘米²的气压即可), 使胶囊胀起, 达到止水目的, 之后, 开泵向井底泵水, 进行透水观测。

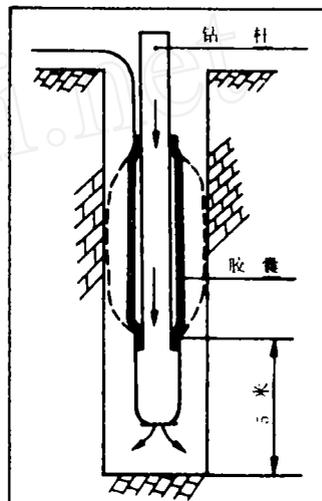


图12 充气胶囊止水

其他设备与工器具

1. 钻杆 所使用的绳索取芯钻杆和普通钻杆, 均经调质处理, 有较好的抗弯强度及耐用性, 使用中几乎没有断裂事故; 其丝扣加工质量好, 拧紧后有良好密封性能。钻杆长度有1.5米及2米两种标准规格, 使用方便, 特别在验证井深时, 只要清点一下钻杆根数, 就可得到井深的准确数值。

2. 小型手动绞车 此装置野外用途广泛, 使用方便。绞车装有减速齿轮, 一个人可轻便地摇动手把, 其重量为20公斤, 可缠80米长的9毫

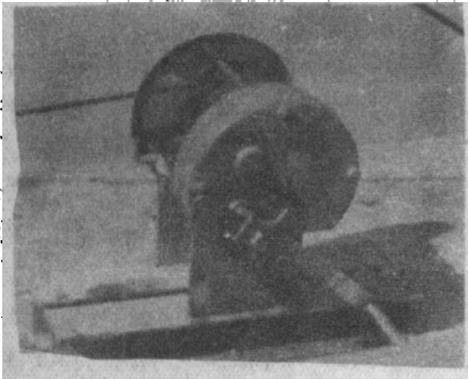


图13 手动绞车

米钢绳。用于建塔、安装起吊设备、高山陡坡短距离的牵引搬迁等（图13）。

3.柴油机 是钻机水泵的主动力机，其特点是轻便、效率高、事故率低、起动方便、耗油少。配200米钻机的NG—180C型柴油机，功率为15~18马力，工作12小时仅耗油13公斤，整体重量150公斤，很适于野外边远地区的钻探施工。

4.柴油发电机组及小型电焊机 发电机不停地对送水系统、坑道系统、现场及生活区供电，两台发电机组经常更换交替工作，均由自动控制装置来实现。另外，现场配备小电焊机（与小汽油发电机配套使用）以满足现场的修配焊补等需要，十分方便，重量只有30公斤，搬运轻便。

5.多种轻型水泵

(1) MG—15h泥浆泵 系双缸双作用型，有四种皮碗与钢套，还装有变速机构，通过牙嵌离合器可变三个速度，带导杆的阀式泵阀也经久耐磨，事故极少，表2列出了缸径与泵量泵压关系。

表 2

缸径（毫米）	52	66	75	89
泵量（升/分）	67	120	190	210
泵压（公斤/厘米 ² ）	70	40	25	20

(2) MG—10型水泵（图14）有三种缸套，最大压力70公斤/厘米²，最大泵量120升/分，重量280公斤。

(3) MS 1503型动喷泵 适用乳化液与清水，有三个缸，泵压30公斤/厘米²，泵量180

升/分，泵重43公斤，比较耐用，搬迁轻便，适用于高山地区的钻探施工。

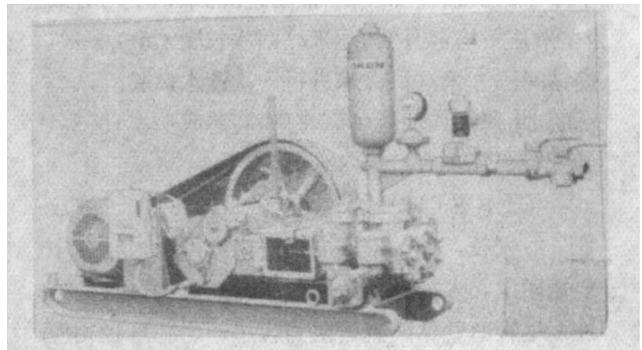


图14 MG—10型水泵

6.推土机与汽车吊等设备的使用 施工中，根据地形条件尽量采用推土机来平整场地和修路；现场能开进汽车的地方尽量采用汽车吊装卸货物及安装小型设备；平时常用1.5吨卡车送料，搬运以及接送工作人员。由于采取上述措施，所以施工速度加快，成本降低，也给工作带来方便。

几点认识

1.这次去伊拉克承包工程钻探任务，作到了效率高，质量好，无事故，经济效益好，提前三个月完成施工任务，得到国外赞誉。同时也锻炼了队伍，也学习了国外的先进经验。这对于开创冶金地质钻探新局面有着积极的意义。通过这次锻炼与考查，说明我们这支探矿队伍的技术水平，是能够满足工程钻探施工要求的。

2.今后应不断的提高钻探队伍的技术素质，并进行多种技术的培训，使之不仅能达到地质找矿钻探的需要，也必须掌握工程地质、水文钻探的各种技术，以适应当前探矿工程发展的要求。

3.为适应普查找矿以及流动性各种施工特点，应尽早配备一整套轻便快速施工装备。

4.实践证明，绳索取芯钻进技术，不仅在深孔，而且在浅孔中也具有很大的优越性。

5.我国的人造金刚石钻头，这次成功地被运用于国外承包工程上，效果很好，有些性能指标超过了国外（日本）的天然金刚石钻头，它的耐磨性，胎体强度性能，以及长寿命等指标均引起人们的注目与好评。