

出国参观考察报告

西班牙建筑工程机械

科学技术文献出版社

出国参观考察报告

西班牙建筑工程机械

(内部发行)

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本787×1092· $\frac{1}{16}$ 2.5 印张 64 字千

统一书号：15176.223 定价：0.30元

1977年7月出版

西班牙建筑工程机械

赴西班牙建筑工程机械参观团

由国家建委组织的赴西班牙七人参观团于一九七五年十月八日至三十日共二十三天的时间,先后访问了马德里、萨拉戈沙、比尔堡、瓦伦西亚等城市的十六个单位,参观了第六届建筑和公共工程国际博览会,工程机械生产厂、施工工地等三十一个项目。重点对建筑工程机械的生产和使用进行了考察。现将隧道掘进机等七种机械情况进行总结,印发有关单位参考。

由于我们水平有限,不妥和错误之处,请批评指正。

第一部分 关于隧道施工机械化情况

(一) 西班牙马德里市地下铁道施工机械化情况

1. 概述

西班牙首都马德里市市区人口350万,市内交通主要靠汽车和地下铁道。马德里市从1917年起,由私营公司开始兴建第一条地下铁道,到1936—1937年时,已修建了29公里。由于地铁工程不断扩大,工程复杂和投资巨大,私营公司无力承担,这样,官方公共工程部承担起地铁的扩建任务。但建成后,交给私营公司运营,车辆是私人的,公共工程部只负责管理和维护工作。从1957年公共工程部承担地铁扩建任务以来,投入运营58.029公里(近郊9公里),正在施工的53.755公里,正在设计37.907公里,总长度149.691公里,规划在1980年完成。详见附表—1。

马德里市地铁共12线,其中环城1线,郊区2线,与外部铁路相通支线1条,其余为市内线。车站总数195个。一线小站108个,2线立交车站62个,3线立交车站21个,4线立交车站4个。

这些地铁线处于不同水平,总共分四层,彼此相通。车站内不同层之间相连设有自动电梯或楼梯。车站型式一般为河岸式,也有岛式布置。目前,采用电机车,电线上置架空,有人驾驶,无人驾驶机车正在试验,因是钢制车轮,车箱内和洞内噪声很大,据介绍正在研制硬橡胶轮车辆,轨道在车箱两侧。目前,地铁客运量较大,平均3~4分钟一列车,上下班时间车内也很拥挤。票价平日6个比塞塔,假日8个比塞塔(折人民币分别为1角8分和2角5分)

除马德里外,其它重要城市如巴塞罗那、塞维利亚、比尔堡等也正在建设。

由于马德里市楼房集中,大开挖施工困难很多,因此,地铁施工均采用盾构机或联合掘

表1 马德里市地下铁道路线、站数、长度明细表

	营 业 线 长 度 (公里)	施 工 线 长 度 (公里)	设 计 线 长 度 (公里)	总 计 (公里)	站 数				总 计
					站 内 线 数			一线 小站	
					4 线	3 线	2 线		
一 路	12.041	—	4.920	16.961	—	3	5	17	25
二 路	7.661	—	—	7.661	—	5	6	4	15
三 路	6.188	—	1.704	7.892	—	2	6	5	13
四 路	7.478	2.009	—	9.487	1	2	6	7	16
五 路	13.977	2.950	—	16.927	—	2	10	13	25
六路(环城)	—	13.634	9.377	23.011	1	2	10	16	29
七 路	—	8.149	4.088	12.237	1	—	4	10	15
八 路	—	6.498	12.139	18.637	—	1	9	12	22
九 路	—	11.293	3.036	14.329	1	2	2	13	19
支 线	1.129	—	—	1.129	—	1	1	—	2
郊区 1 线	9.555	—	—	9.555	—	1	2	4	7
郊区 2 线	—	9.222	2.643	11.865	—	—	1	2	8
总 计	58.029	53.755	37.907	149.691	4	21	62	108	195

进机暗挖施工。我们参观了两个工地，看到了美国研制的一种盾构机和一种联合掘进机。另外，通过看施工电影，知道他们还使用一台挖掘铲斗取土的联合挖掘机。

我们参观了他们的施工现场，不但看到了机器，而且了解了现场地质水文情况、机器运转情况、施工方法和与盾构机（联合掘进机）配套用施工机械的一些情况。

2. 马德里马蹄形断面地铁的机械化施工情况与半圆局部断面盾构机

(1) 施工现场配套机械与布置情况见图1所示。

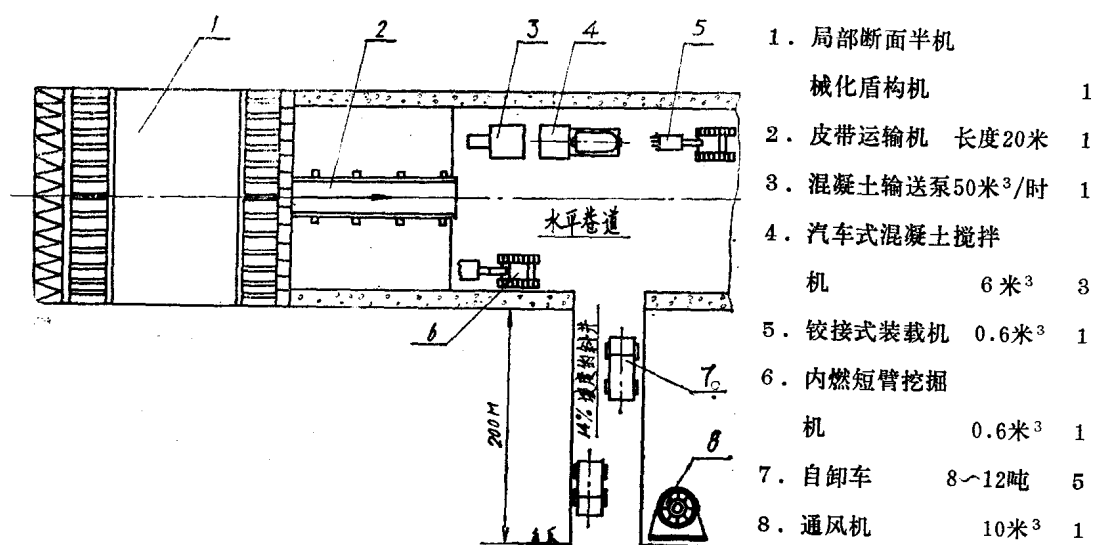


图 1

(2) 盾构机施工现场地质情况

由皮带机上输送出来的土主要是中砂、夹有粘土层。据介绍，也遇到过流沙层，地下水位低。我们在现场隧洞内未见有地下水，运土自卸车可开到盾构机尾部。

(3) 施工程序和施工进度

隧道断面为马蹄形，拱形部分由盾构机施工，人工挖土，并装到皮带机上，皮带机水平运输30米左右，由挖掘机装到自卸车上。矩形部分由挖掘机取土，自卸车运土，通过14%坡度斜井，运到地面。隧道断面见图2所示。

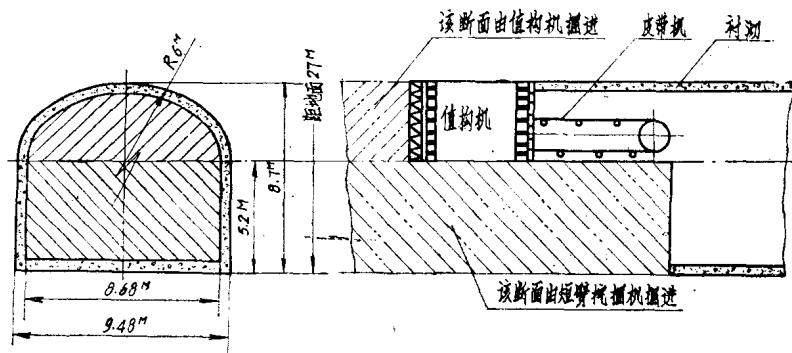


图 2

这种施工方法每日两班，每班工作7小时，每台班13个人，日进尺3米。

(4) 美国半圆局部断面人工取土盾构机构造特点、动作原理、主要技术性能参数
该工地使用一台美国研制的半圆局部断面人工取土盾构机，其构造见示意图图3所示。

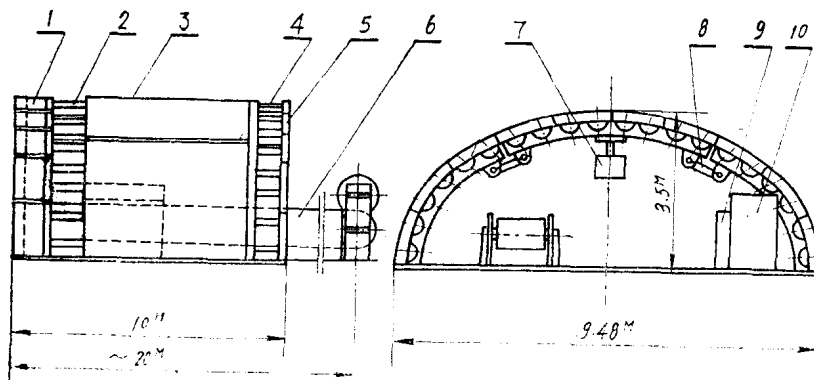


图 3

1. 盾构切土斗齿	10片	6. 皮带运输机	1台
2. 斗齿推进油缸	20个	7. 激光定位接受屏	1部
3. 盾壳(由3块组成)	1	8. 连接调整杆	20
4. 推进油缸	20	9. 操作台	1
5. 推进油缸承靴	10	10. 液压系统	1

动作原理:

该盾构机是机械推进，人工取土半机械化盾构机。动力为电动机驱动油泵。采用电液操纵阀控制各推进油缸动作。

施工时,后面20个盾构推进油缸顶在已衬砌好的结构墙壁上。前面10个掘土斗齿在掘土油缸驱动下可以单独掘土,也可同时推进掘土。切下的土和进入盾壳内的土用风镐松土,用铁锹装在皮带运输机上,运到后面,用短臂挖掘机或装载机装到自卸车上,通过斜井运到地面。盾构内的土取下并运净后,盾构机推进油缸同时顶在衬砌上,推进油缸进高压油,掘土油缸回位,整个盾壳推进一个行程。然后,重复上述动作。通过调节推进油缸行程可以使盾构转弯和纠偏。机器方位控制采用激光和重锤配合测定,可以随时掌握机器方位及偏斜情况,随时纠偏。衬砌采用油缸顶升的组合式焊接结构钢模板,混凝土现场浇灌,振动器振动捣实。

主要性能参数:

半圆断面直径: 9.48米

盾构机推进油缸数: 20个

油缸推力: 20吨

盾构机总推进力: 400吨

取土斗齿数: 10片

斗齿取土油缸数: 20个

斗齿掘土力: 40吨

外型尺寸: 高 $\times$ 宽 $\times$ 长=3.5米 $\times$ 9.48米 $\times$ 10.0米

3. 马德里圆形全断面地铁的机械化施工情况与 ϕ 8.8米全断面联合掘进机

(1) 施工现场机器配套及布置情况,见图4所示。

(2) 隧道断面尺寸及衬砌块结构和连续特点

隧道衬砌纵横断面型式、尺寸、连接方式见图5、6所示。

整个隧道结构为圆形断面,由7块衬砌组成,其中有一块小的。路基用月牙型衬块。由图5、6看出,横断面每块之间均有圆形直口定位,防止砌块错位滑脱。纵断面每块之间也有圆形直口定位,而且还有3个钢管销定位。因此,连接比较可靠。

衬砌块结构,见图6、7、8所示。

(3) 地质情况

地层系软岩、风化岩、中砂、粘砂、砾石(粒度小于200毫米)等组成,地下水位低。

(4) 施工程序、进度

由 ϕ 8.8米联合掘进机取土,机内皮带输送机水平输送30米,卸到装土矿车上。巷内内燃机车带四节车箱水平运输到垂直运渣井口的土槽内。用液压挖掘机抓斗把土槽内的土装到斜井垂直运输的第一条皮带运输机上,中间再转换一次方向,由另一条皮带输送机把土运到地面。地面上用一台1立方米铰接式液压装载机把土再装到8~12吨运土自卸汽车上。衬砌块由竖井电梯从地面运到地下隧洞入口处,装到内燃机车上运到衬砌现场,然后用掘进机的衬砌机构把砌块安装到预定位置。

施工时,二班工作制,每天平均进尺10米。

(5) 美国 ϕ 8.8米软岩、土层全断面联合掘进机的构造特点、动作原理、及主要技术性能参数。

该工地使用美国研制的 ϕ 8.8米联合掘进机,其外形见图9、图10所示。机器构造见图11示意图。

由图9,图10,图11所示:刀盘上有8条径向分布盘式滚刀,每条5把,共40个正面滚刀,

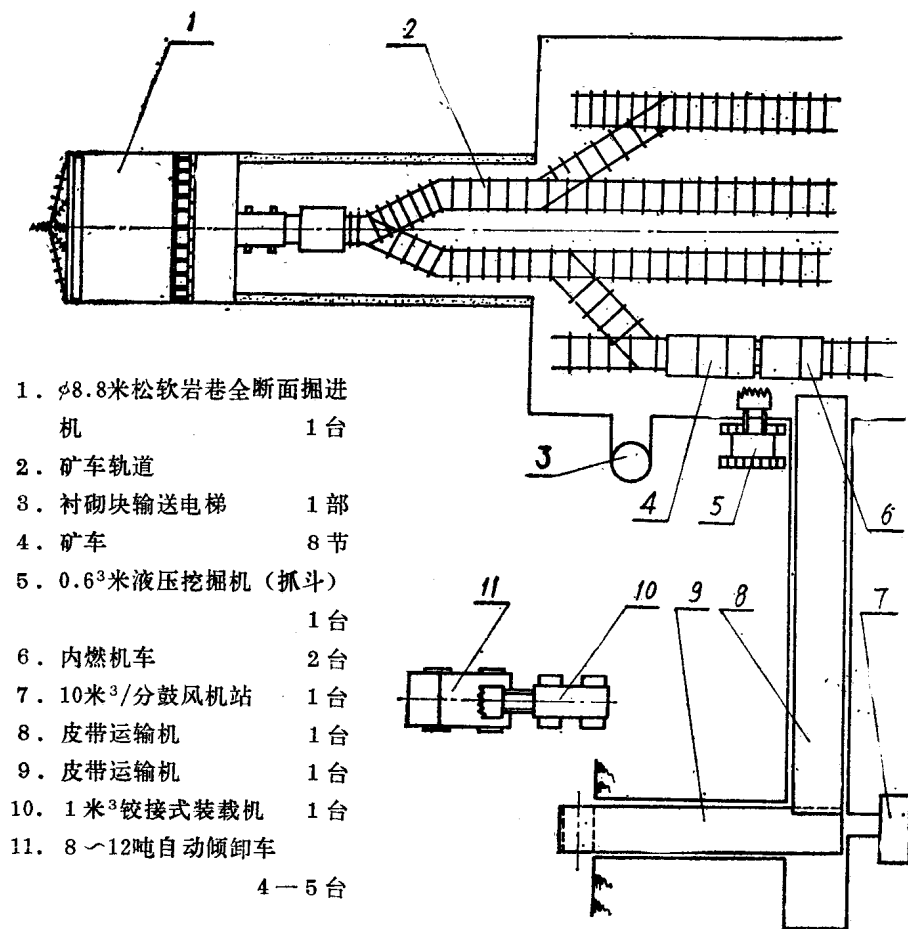


图4 施工现场机械配套及其布置示意图

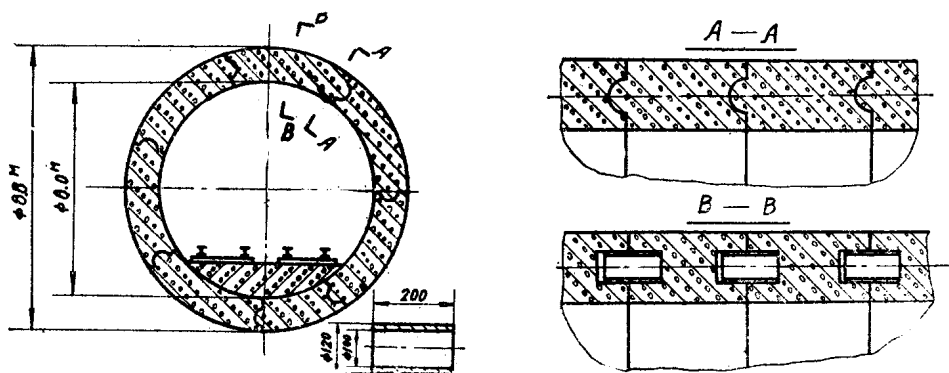


图 5

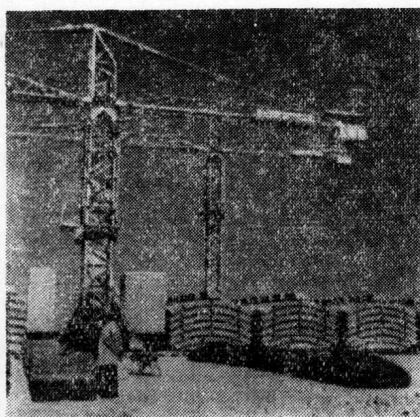


图 6 外型

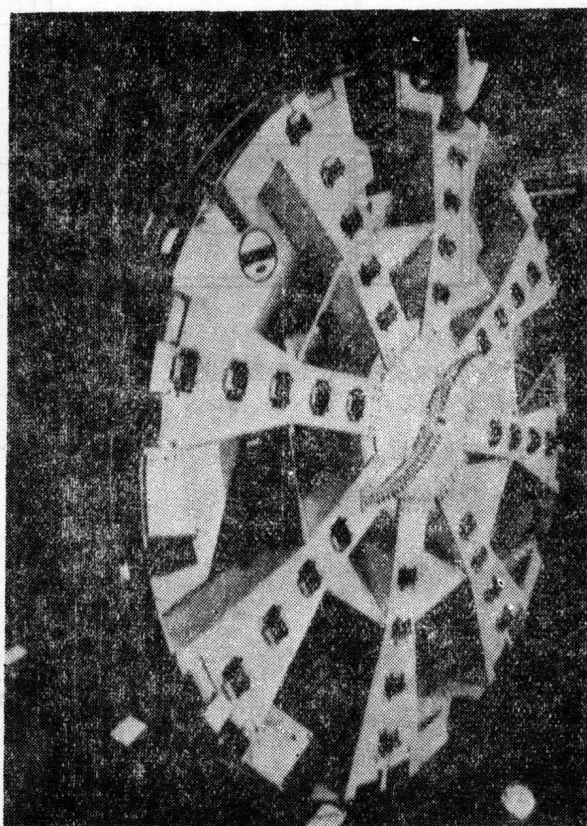


图 9 刀盘部分



图 7 销孔与直口位置



图 8 钢筋布置

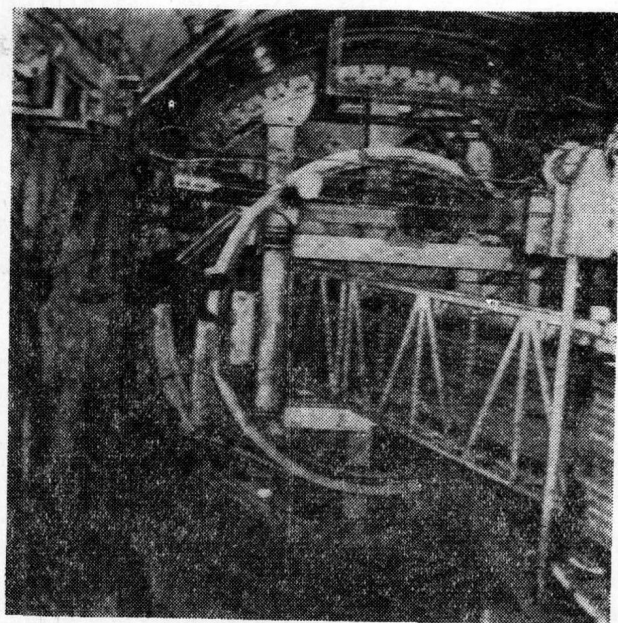


图 10 衬砌部分

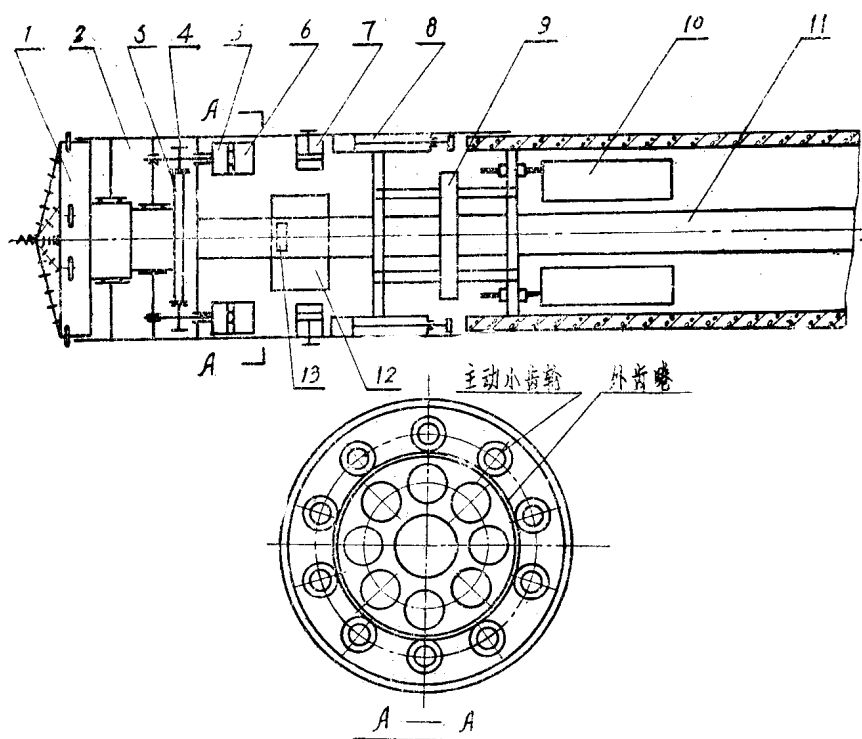


图 11

1. 切削刀盘	1	8. 推进油缸	54
2. 机壳	1	9. 衬砌机构	1
3. 外齿圈	1	10. 液压动力系统	1
4. 主动小齿轮	10	11. 皮带运输机	1
5. 液力耦合器	10	12. 操纵系统	1
6. 油马达 (径向柱塞)	10	13. 激光定位机构	1
7. 纠偏油缸	2		

边滚刀16把, 片状边刀8把, 更换比较方便。刀盘回转机构由10个径向柱塞油马达、10个液力耦合器、10个主动小齿轮和一个外齿圈组成。动力部分由10台60瓩电动机和10个轴向柱塞泵组成, 另外还有供油泵, 控制系统油泵等。油压系统采用电液阀控制各部工作。衬砌机构由回转机构, 水平移动和携拿混凝土预制块机械手三部分组成。回转机构由轴向柱塞油马达, 摆线针轮减速箱, 主动小齿轮和内齿圈组成。水平移动机构由导向轨, 行走小车和驱动油缸组成。机械手由四个油缸和携拿块、连接螺钉所组成。推进油缸共54个, 2个一组同靴座相连顶在衬砌上。皮带运输机由油马达通过减速箱带动皮带机运转。

动作原理:

10个径向柱塞油马达通过10个液力耦合器带动10个主动小齿轮回转, 10个主动小齿轮同时驱动刀盘上的外齿圈回转。刀盘通过正面40把滚刀, 16把边刀, 8把片状边刀切削土壤和软岩。被剥离下的土和岩石靠自重和叶片导向落到机器内部皮带运输机上运出机器。机器向前直线推进时, 54个油缸同时顶在衬砌上, 使机器逐步前进, 刀盘逐步切削岩石、土壤。如机器需转弯时, 通过调节54个推进油缸不同行程达到转弯目的。衬砌时, 收回54个推进油缸。衬砌机构机械手抬起砌块, 水平移动到衬砌位置, 操纵回转机构使砌块对准预定的圆周

位置，然后操纵油缸把砌块安放在合适的径向位置，并插好定位钢管销。机器掘进时，前进或转弯都由激光定位仪和重锤配合测定，如果走偏了，通过两个找偏油缸和调节54个推进油缸不同行程达到纠偏目的。

主要技术性能参数：

刀盘直径： $\phi 8.8$ 米

刀盘转数：2转/分

推进油缸数量：54个

行程：1.2米

掘进机总推进力：4000吨

回转总功率：600瓩

回转总扭矩：300吨·米

液压系统最大工作压力：320公斤/厘米²

液压系统最大工作流量：1200升/分

(二) 西班牙东部引水工程隧道施工机械化情况

1. 概述

西班牙东部引水工程最后一段要通过阿拉兴萨山，经过几个方案对比，认为还是挖掘隧道最经济。但是要开凿32公里长的隧道，而且还是曲线的，要有1.32‰的坡度。该地段经详细地质勘察得知，地质非常复杂，从中选择了一条比较有利的路线。但是，仍要通过断层、疏松、乱泥、流砂、地下水多等复杂地层。针对不同地层采用了不同的施工方法和施工机械。为了加快施工进度，开凿了7个竖井，分8段同时施工。在硬岩地段有的采用凿岩台车打眼、放炮、岩巷装载机装岩、矿车运渣。有的地段采用全断面岩巷掘进机。在淤泥、地下水多的地段采用冷冻配合，然后用盾构机掘进。遇到流砂、疏松地层，采用凝固剂加固后，用盾构机掘进。遇到断层地带，通过沿隧道中心方向打放射性孔，然后浇注混凝土加固后，岩巷掘进机再通过。我们在工地见到一种美国Robbins公司制造的 $\phi 5.05$ 米全断面岩巷掘进机，见到一台英国PRIESTLEY公司制造的 $\phi 3.605$ 米盾构机，现介绍如下：

2. 美国Robbins公司 $\phi 5.05$ 米全断面岩巷掘进机

外观见图12所示。掘进机回转刀盘见图13所示。掘进机内部构造见示意图（图14）所示。

动作原理：

施工时，两个侧撑油缸顶在隧道墙壁上，由4个电动机通过4个液力耦合器和4个主动小齿轮切削、挤碎岩层、土层。剥离下来的岩石落在皮带运输机上运出掘进机外。掘进机不断推进是通过4个推进油缸驱动的。当掘进机前进一个油缸行程后，收回侧撑油缸，然后再收回推进油缸使侧撑油缸和滑架也前进一个油缸行程。这样重复上述动作。机器的方位控制采用激光定位仪和重锤来测定。皮带运输机由电动机拖动。

施工速度：

每日三班，进尺7~20米。

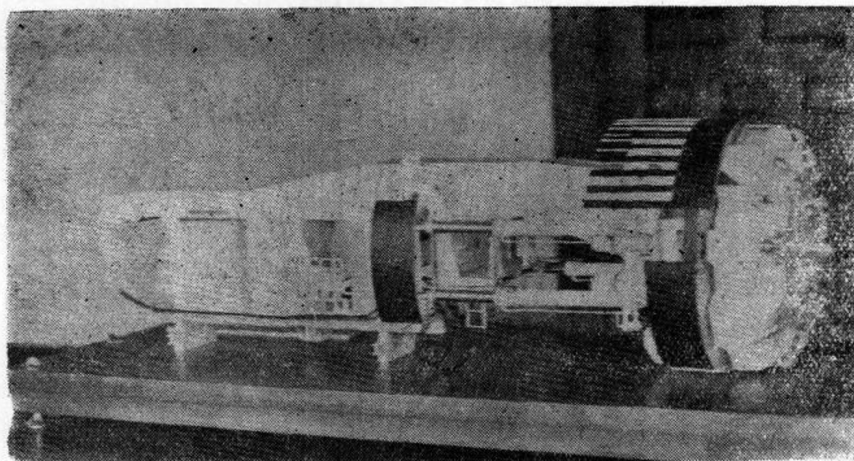


图 12

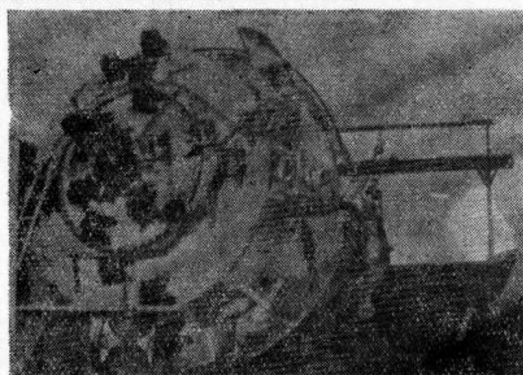


图 13

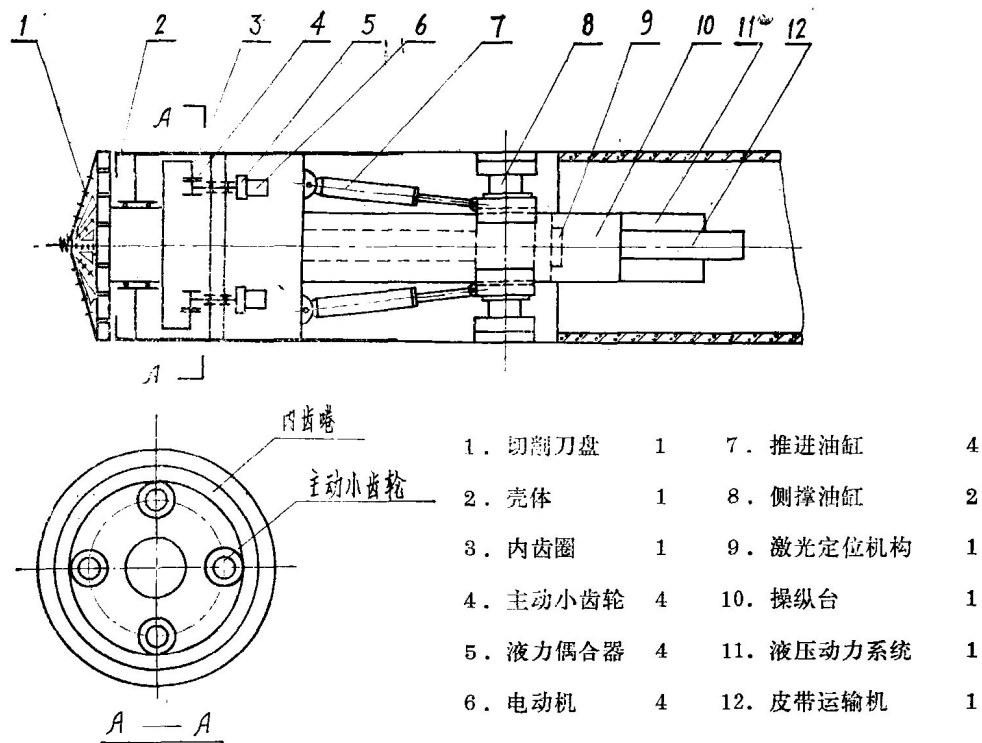


图 14

造价：32公里长隧道投资20亿比塞塔（合人民币6.06亿元）实际造价为30万比塞塔 / 米（合人民币9100元/米）。

主要技术性能参数

刀盘直径 $\phi 5.05$ 米

刀盘转数 4 转/分

刀盘扭矩 150吨·米

掘进机最大推力 400吨

回转电机功率 $150\text{马力} \times 4 = 600\text{马力}$

转速 $n=1750\text{转/分}$

侧撑油缸直径 $d=600\text{毫米}$

液压系统工作压力 $p=200\sim 280\text{公斤/厘米}^2$

油泵电机功率：

大油泵电机功率 40马力

小油泵电机功率 15马力

3. 英国PRIESTLEY公司人工取土全断面盾构机

（1）机器构造见示意图（图16）所示。

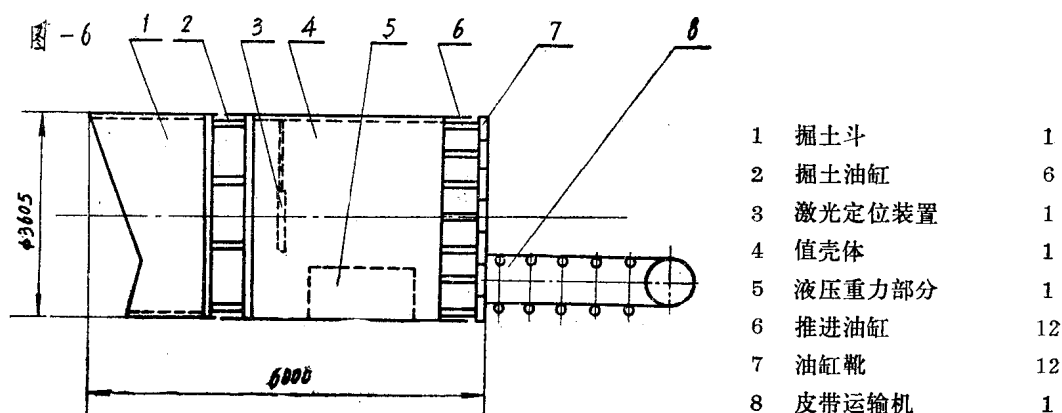


图 15

（2）动作原理

该盾构机是人工取土，液压缸推进，皮带运输机水平运土的半机械化施工机械。

施工时，推进油缸 6 顶在衬砌上。控制掘土油缸 2，推动掘土斗 1，进入斗内的土由人工装在皮带运输机上运出盾构机。盾构前进时，顶升推进油缸 6 一个行程，则盾构机前进一个行程，然后推进油缸将活塞回位。安放模板，浇灌混凝土形成衬砌结构。

机器方位控制采用激光和重锤测定。纠偏时，通过改变掘土油缸和推进油缸的行程逐渐纠正。

（3）适应地层情况

淤泥、流沙、软岩、砾石及各种沙层和粘土层。

(4) 主要技术性能参数

盾构机外壳直径: $\phi 3.605$, 盾构推进油缸数量: 12个

挖掘斗驱动油缸数量: 6个, 盾构总推进力: 1200吨

挖掘斗总推进力: 600吨, 油压系统总功率: 30马力

(三) 西班牙隧道施工用盾构机、

掘进机使用选型依据和施工中的辅助措施

我们通过参观马德里地铁和东部引水工程, 一共看到他们使用了五种不同的掘进机和盾构机。根据介绍, 他们是从施工现场地质水文条件和结构设计等几个方面的情况来选型的。我们感到他们在选型时所做的以下准备工作和主要考虑是可供我们参考的。

1. 选型前对施工路线进行地质和水文的详细勘察, 力求把情况摸清楚。例如东部引水工程在32公里长的施工地段上平均20米就钻一个孔, 根据所掌握的资料选择一条最佳路线。由于全段地质水文条件复杂决定根据不同地质水文情况, 通过开凿7个竖井把32公里分八小段以不同施工方法和施工机械同时进行施工, 加快了施工进度。

2. 对于流砂、淤泥、地下水和断层这些恶劣地质条件, 他们在施工前考虑了辅助措施, 配合掘进机和盾构机通过这些危险地段。

对于淤泥层和地下水位高地段采用冷冻后通过。

对于流砂层和其它疏松地层配合喷射水玻璃等各种凝固剂, 使地层加固后, 机器再通过。

对于断层地段他们采用沿隧道轴线方向钻直径为5公分的眼, 放射布置, 然后灌注混凝土加固后, 机器再通过, 见图16所示。

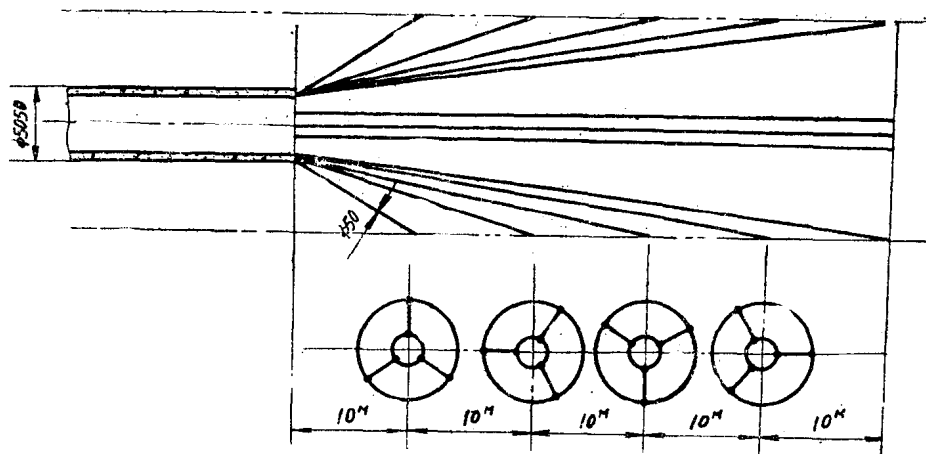


图 16

3. 在地下水位高的地段施工, 考虑采用气压密封(全气压或局部气压)或网格水压密封。在地下水位低的地段, 采用无气压、水压密封装置的盾构机或掘进机。有的情况可以考虑采用水泵站强制排水解决地下水问题。

第二部分 介绍四种建筑工程机械新产品

在马德里第六届建筑和公共工程国际博览会上,以及在萨拉戈沙市举办的34届国内样品博览会上,代表团见到了一些建筑工程机械新产品。这些产品外观新颖、采用了不少新技术、新结构,技术性能比较先进,用途范围比较广。目前在国内尚未见到,本着“洋为中用”精神,我们感到这些机器在我国也具有推广价值。现主要介绍以下四种:

- 一、C-60型汽车式全液压螺旋钻孔机
- 二、BP-60SV型汽车式全液压混凝土输送泵车
- 三、AIRONE-2000型自行式液压混凝土搅拌机
- 四、KYNOS-S/628型液压轮胎式起重机

(一) C-60型汽车式全液压螺旋钻孔机

西班牙马德里市ISSAGM钻机厂生产钻孔直径200~600毫米的螺旋钻孔机(图1)。其用途范围、构造特点、动作原理及主要技术性能参数如下:

1. 用途及其特点

该钻机配螺旋钻杆时,可在充填土、细中粗砂层,粘土层和粒度不大的砾石层以及冻土层下钻削各种工业与民用建筑桩基础。不但能钻直桩,而且可钻斜桩。

如配牙轮钻头钻杆可在岩层钻削炮眼。该机具有岩层取样装置其取样方法有冲击法、旋转法和固定柱塞法等。机器具有测试地层硬度装置,静压试验也可在取样时进行。钻杆有实心和空心两种,能够配合射水冲桩和吹尘。也可采用冲抓锤在硬土层和有孤石地带凿孔,为保护孔壁不塌,可下管(护筒)保护。

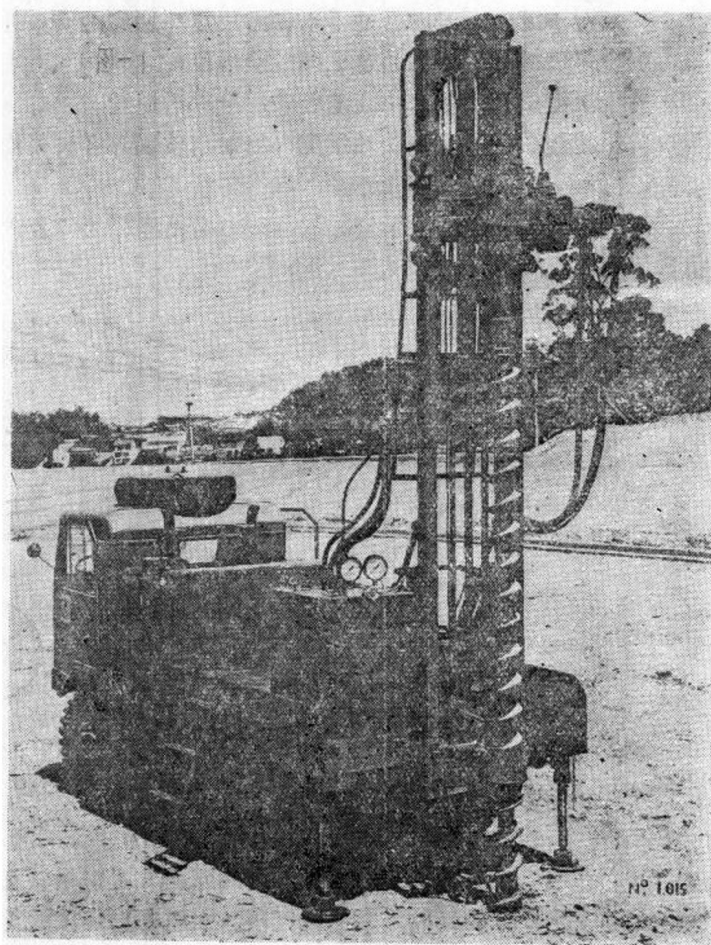


图1 C-60型汽车式全液压螺旋钻孔机

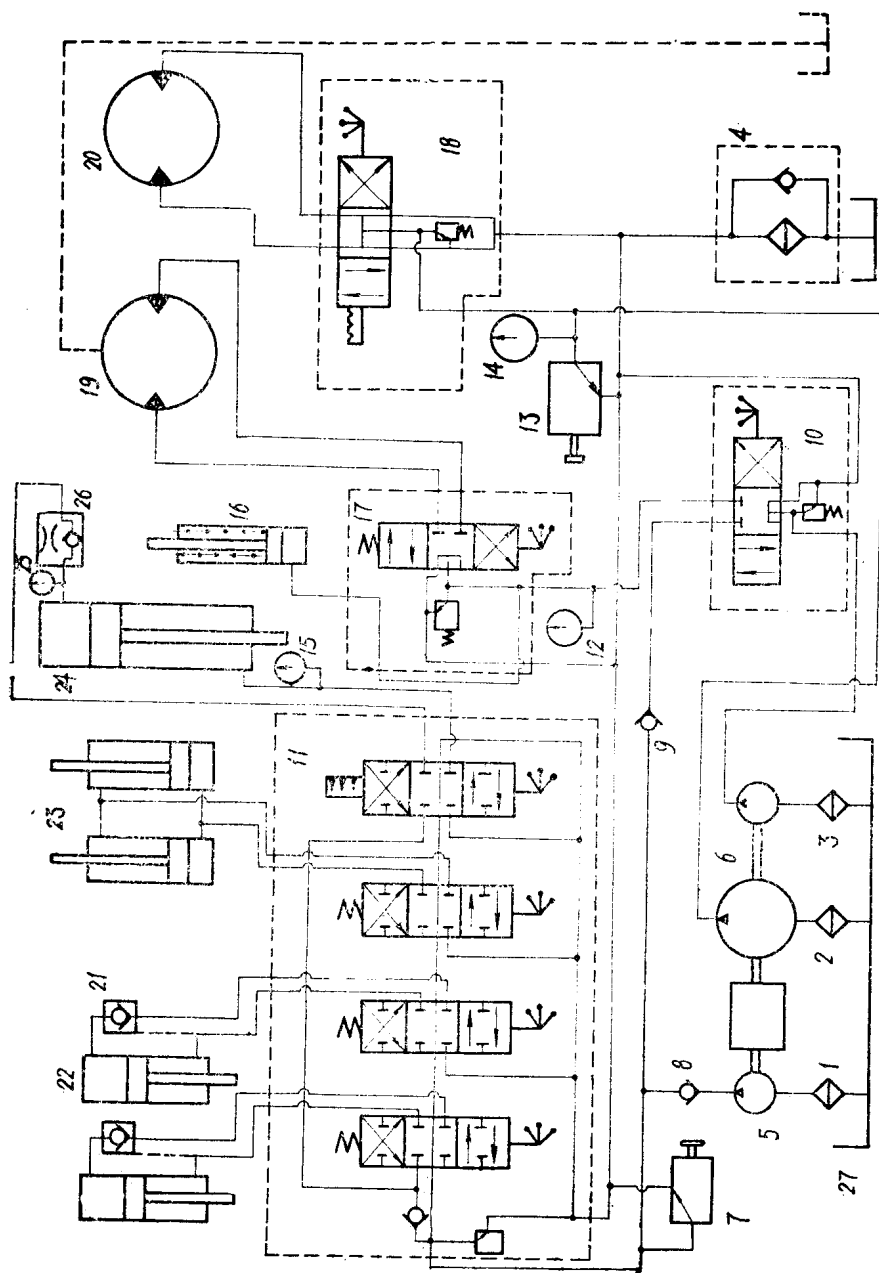


图2 钻机油路系统原理图

1. 滤油器, 2. 滤油器, 3. 滤油器, 4. 磁性滤油器, 5. 单向柱塞泵, 6. 单向柱塞泵, 7. 调压阀, 8. 单向阀, 9. 单向阀, 10. 手动换向阀, 11. 四通换向阀, 12. 压力表, 13. 压力表, 14. 压力表 (钻杆马达), 15. 压力表 (加压油缸压力), 16. 卷扬机刹车油缸, 17. 手动换向阀 (卷扬机), 18. 手动换向阀 (钻杆回转油马达), 19. 双向定量油马达 (卷扬机用), 20. 钻杆回转驱动双向定量油马达, 21. 单向阀, 22. 支腿油缸, 23. 框架变幅油缸, 24. 钻杆加压油缸, 25. 压力表, 26. 单向阻尼阀, 27. 油箱。

由于采用越野汽车底盘，因此转移工地时，越野爬坡能力强、机动灵活。采用内燃动力，适于在野外和无电源地区施工。

液压传动，结构紧凑，重量轻，体积比较小，操作方便。螺旋钻土，油缸加压拔出，钻孔速度快0.5~1米/分。钻杆转数可随时调节，正转20档，反转5档，可随时根据地质变化选择合适钻杆转数。

2. 构造特点

汽车底盘：载重3吨

液压系统：由汽车分动箱通过传动轴取力，驱动三台定量柱塞泵。主泵驱动螺旋钻杆回转马达。一台小泵驱动加压油缸支腿油缸、桩架变幅油缸。另一台小泵驱动卷扬机油马达和刹车油缸。油马达采用双向定量马达。换向阀全部采用手动的。系统通过回块压力表随时观察工作压力和转杆扭矩大小。系统设有安全阀对系统超载时进行保护，油路系统原理见图2所示。

桩架：由型钢焊接而成。是钻杆的导向机构，加压机构安装在桩架上。

加压机构：由液压缸驱动通过滑轮组扩大行程和增速后加压到钻杆上，见图3。

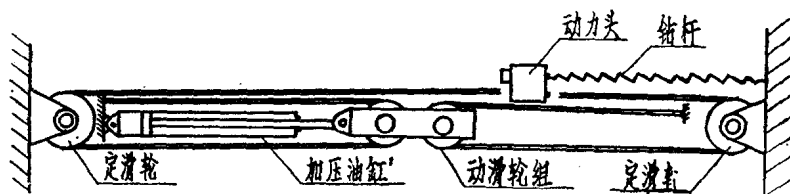


图3 加压机构传动示意图

钻杆：为螺旋叶片外径 $\phi 200 \sim 500$ 毫米，是单线的。钻杆中空。

钻头：为 120° 角双刃或三刃刀头，前端导向定位部分直径为56毫米，是叁线螺旋导向钻头，长度120毫米。钻头与钻杆通过有直口的法兰盘联接，更换钻头比较方便。

钻杆驱动机构

由双向柱塞式油马达通过齿轮联轴节驱动具有5档速度的齿轮变速箱，变速箱输出轴通过一对圆锥齿轮传动带动钻杆回转。

变幅机构：用两个双作用油缸变幅。行走时，桩架水平横卧在汽车上。钻斜桩时，调节变幅油缸达到要求斜度。

支腿机构：采用双作用油缸。靴座球铰连接。

地锚机构：采用手动短螺旋地钻机构，见图4。

卷扬机构：采用油马达驱动，一个卷筒，一个甩头。带式刹车常闭式，液压缸驱动脱开。

夹管器：四瓣手动消块式夹紧。

3. 动作原理：

钻孔时，汽车停在桩位上。把地锚支腿拉出，并把地锚旋入土中。由汽车分动箱带动钻机油泵取力机构，使油泵运

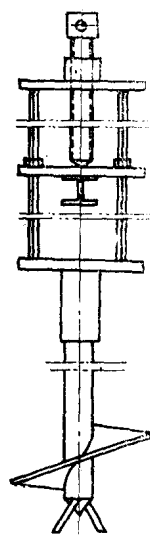


图4 地锚

转。操作液压手动换向阀先支上两个油压支腿。根据地质情况按土质软硬选择一个合适的螺旋钻转数。然后操纵钻杆回转手动换向阀，使螺旋钻回转起来，然后操纵钻杆加压油缸，这时螺旋钻便以一定速度钻入土中。钻下的土屑被螺旋叶片输送到地面。当钻深达到施工要求时，通过操纵加压油缸收回活塞，钻杆便逐渐提升上来。钻杆也可反转。操纵卷扬机油马达换向阀卷扬机运转起来。可向桩孔吊放套管，吊放混凝土预制桩，或吊料斗向桩孔灌注混凝土。也可吊放取样器取不同标高的土样，进行化验。另外，也可吊冲抓锥凿碎桩孔内孤石和其它硬层。

4. 主要技术性能参数

钻孔直径：200~500毫米(螺旋叶片外径)

最大扭矩： $M=428$ 公斤·米

钻杆行程： $l=3200$ 毫米

导向钻头直径 $d=56$ 毫米

加压力：3800公斤

拔出力 5.4~11吨

进给速度 0~1.0米/分

拔出速度 0~0.8米/分

钻孔深度 45~60米

牙轮钻设计深度：450米

钻杆转数见表1。

表 1

		钻 机 变 速 箱				
		I	II	III	IV	V
汽 车 变 速 箱	R	12	24	44	66	104
	I	16	28	48	88	128
	II	32	56	116	180	272
	III	60	108	204	328	476
	IV	72	176	340	552	740

液压系统主要参数：

1号泵最大工作压力 $p=210$ 公斤/厘米²

2号泵最大工作压力 $p=210$ 公斤/厘米²

1、2号泵安全阀调整压力 $p=170$ 公斤/厘米²

3号泵最大工作压力 $p=180$ 公斤/厘米²

3号泵安全阀调整压力 $p=120$ 公斤/厘米²

卷扬机油路系统安全阀调节压力 $p=200$ 公斤/厘米²

卷扬机主要技术参数

卷筒直径 $d=200$ 毫米

钢绳直径 $d=13$ 毫米

卷筒宽度 $b=179$ 毫米

卷扬力 $P=1500$ 公斤

容绳量 $l=45$ 米