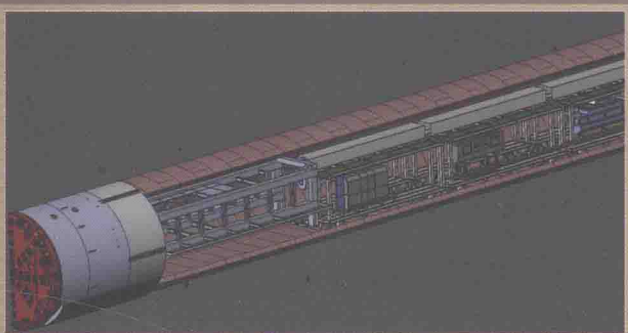


斜井工程 隧道掘进机施工技术

The Construction Technology of
Tunnel Boring Machine in Inclined Shaft

沙明元 著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

斜井工程隧道掘进机施工技术

沙明元 著

中国铁道出版社

2016年·北京

内 容 简 介

本书依托我国首例采用隧道掘进机施工的神东补连塔煤矿斜井工程,针对建设煤矿大埋深、长距离、大坡度斜井过程中隧道掘进机工法可能出现的各种关键技术问题,系统介绍了采用隧道掘进机施工的补连塔煤矿斜井工程与地质概况,斜井工程设计,隧道掘进机选型、配置及主要结构组成,隧道掘进机组装、步进、调试、始发、试掘进、掘进和拆解施工工艺,刀具检查与更换,设备维护保养,管片生产技术,斜井施工通风、排水、出渣、运输、监测技术和工程管理等内容,包括从斜井工程设计、隧道掘进机研制和施工成套关键技术,形成了适用于长大煤矿斜井隧道掘进机施工新型技术体系,填补了我国在该领域的技术空白,对大型煤矿开发与斜井施工具有重要指导作用,对于矿用斜井隧道掘进机法建井具有重要的参考价值。

本书可供矿业、交通、水利、水电等行业的建设管理、规划管理人员,工程监理、设计、施工技术人员和高校、科研机构的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

斜井工程隧道掘进机施工技术/沙明元著. —北京:中国铁道出版社,2016. 10

ISBN 978-7-113-22291-8

I. ①斜… II. ①沙… III. ①斜井掘进—掘进机械—工程施工—研究 IV. ①TD263. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 208656 号

书 名:斜井工程隧道掘进机施工技术
作 者:沙明元 著

策 划:张 婕
责任编辑:刘 霞 编辑部电话:(市)010-51873347 电子信箱:crplx2013@163.com
封面设计:崔 欣
责任校对:孙 玫
责任印制:陆 宁 高春晓

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

版 次:2016年10月第1版 2016年10月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:20.25 字数:446 千

书 号:ISBN 978-7-113-22291-8

定 价:75.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

神东补连塔煤矿斜井是我国第一座采用单护盾隧道掘进机施工的煤矿斜井。斜井工程采用隧道掘进机施工在我国还是首例,在世界上也为数不多。

众所周知,煤炭是我国的主体能源,在一次能源消费结构中约占 65%,是关系国家经济命脉和能源安全的重要基础产业。随着煤炭开采技术的进步,采用斜井实现主井出煤胶带化和副井辅助运输无轨胶轮化是煤矿建设的发展方向,尤其是随着既有煤矿开采枯竭、接续储备资源埋深加大,建设大断面、大坡度、长距离斜井将成为煤矿建井的主流模式。

目前,国内建设煤矿斜井一般采用冻结法、钻爆法、综掘法等传统工艺施工。冻结法对于长距离连续冻结开挖受工艺技术及经济条件的限制已无法满足要求;钻爆法存在工艺安全系数低、进一步降低成本困难、综合进度慢等缺点;综掘法工艺成熟,但安全系数一般,因无法实现全断面开挖,在大断面掘进施工中需要分台阶掘进,综合成本无明显优势。该类传统方法的共性问题施工安全系数较低、井筒成形质量一般、综合成本无优势、建设工期长,总体经济及社会效益相对较低。国内外隧道掘进机工法已经较为成熟,面对各种不同的工况条件均有众多成功的案例,作为目前世界上最先进的大型综合性隧道施工设备,隧道掘进机代表着国际隧道施工技术的最高水平,已广泛应用于交通、水电、矿山、市政、国防等工程领域,合理选配合适的机型和施工工艺能够有效实现长大斜井的工厂化作业。在长距离煤矿斜井施工中采用隧道掘进机技术,相对于传统的施工方法呈现出以下明显优势。

一是安全。隧道掘进机是全机械化开挖,钢筋混凝土预制管片衬砌结构同步支护,不存在隧道塌方问题,可确保作业人员和机械设备安全。

二是优质。井筒永久支护采用预制管片结构,工厂化生产,质量稳定。

三是快速。隧道掘进机集开挖、支护、出渣、运输等隧道施工工序于一身,流水线作业,具备月进尺 600 m 以上的能力,是传统施工方法的 3~5 倍。

四是环保。隧道掘进机施工机械化程度高,工人劳动强度低,机器除尘,环境友好;同步衬砌排水受控,能有效防止地下水位下降和地表沉降,对生态保护有益。

隧道掘进机法施工长距离斜井技术难度大在我国尚属首例。中国铁建股份

有限公司与神华集团有限责任公司签署合作框架协议,联合开展采用隧道掘进机施工煤矿长距离斜井的试验研究,工程设计、装备制造和工程施工单位技术人员合作研究、协同创新。2015年12月22日,我国第一座采用全断面隧道掘进机施工的神东补连塔煤矿斜井顺利贯通,标志着我国矿用斜井设计施工与装备技术已经达到世界先进水平,填补了我国隧道掘进机在长距离大坡度煤矿斜井建设领域的技术空白,开创了煤矿斜井施工新模式,是煤矿建井模式的革命性变革,对促进我国深层煤炭资源开发具有重大意义。

本书由沙明元著,张丕界、肖明清、程永亮、杨广庆主审。主要撰写人员及分工如下:

中国铁建股份有限公司:沙明元(第三、四、六、七、八、九、十、十五章)、丁正全(第十三章);中铁十一局集团有限公司:蒋国云(第十八章)、张开顺(第七章)、谭立平(第十六章)、唐天东(第六章)、邱承有(第五、七章)、蒋先和(第八、十二章)、王明华(第十章)、张瑞礼(第十七章)、刘明辉(第六、十五章)、汤启栋(第十四章);中铁第四勘察设计院集团有限公司:邓朝辉(第二、五章)、游龙飞(第二、十一章)、姚捷(第二、十章);中国铁建重工集团有限公司:梅勇兵(第四章)、徐震(第九章)。此外,本书由沙明元负责统稿工作。

本书的出版得到了国家科技支撑计划课题“盾构施工煤矿长距离斜井设备选型与配置技术”,课题编号 2013BAB10B01;国家科技支撑计划课题“煤矿长距离斜井盾构始发及连续下坡掘进技术”,课题编号 2013BAB10B02 的支持与资助。

由于水平有限,书中难免有错误或不当之处,敬请读者批评指正。

沙明元
2016年6月

目 录

第一章 工程与地质概况	1
第一节 工程概况	1
第二节 工程地质	3
第三节 地质构造	8
第四节 水文地质	8
第二章 斜井工程设计	10
第一节 斜井设计原则及设计标准	10
第二节 斜井断面设计	11
第三节 斜井管片结构设计	12
第四节 结构防水、泄水设计	19
第五节 壁后填充设计	22
第三章 隧道掘进机选型与配置	25
第一节 隧道掘进机的分类及适用范围	25
第二节 选型原则及依据	27
第三节 工程特点及重难点分析	28
第四节 掘进机的型式	29
第四章 ZTT7565 型隧道掘进机	31
第一节 技术参数	31
第二节 隧道掘进机尺寸重量	37
第三节 刀 盘	38
第四节 盾 体	43
第五节 主 驱 动	45
第六节 管片拼装与卸载运输系统	47
第七节 带式输送机	50
第八节 超前钻机	52
第九节 后配套系统	53
第十节 液压系统	54

第十一节 流体系统	57
第十二节 电气系统	63
第五章 始发段设计与施工	67
第一节 始发段总体设计	67
第二节 明挖主体段结构施工技术	69
第六章 隧道掘进机组装、步进、调试与始发	88
第一节 隧道掘进机组装	88
第二节 隧道掘进机步进	99
第三节 隧道掘进机调试	104
第四节 隧道掘进机始发	105
第七章 隧道掘进机掘进	111
第一节 隧道掘进机试掘进	111
第二节 正常掘进主要施工工艺	113
第八章 刀具检查与更换	138
第一节 概 述	138
第二节 滚刀基本结构与失效形式	139
第三节 刀具维修	139
第四节 刀具使用统计	145
第九章 隧道掘进机设备维护保养	147
第一节 概 述	147
第二节 维护与保养操作说明	171
第十章 隧道掘进机拆解技术	177
第一节 拆机硐室设置及支护说明	177
第二节 隧道掘进机设备拆解施工方案	179
第三节 隧道掘进机硐内拆机资源配置计划	191
第四节 隧道掘进机拆机、运输安全注意事项	192
第十一章 联络巷道施工技术	194
第一节 联络巷道设计及施工	194
第二节 施工质量保证措施	205

第十二章 斜井管片生产技术	209
第一节 管片厂总体筹划	209
第二节 管片生产工序及技术要点	216
第三节 管片生产技术要求	222
第四节 管片存储与运输	223
第五节 管片检验试验	223
第六节 管片修补	227
第七节 管片拼装	228
第十三章 斜井施工通风技术	230
第一节 通风设计	230
第二节 施工通风方案	231
第三节 风筒技术说明	235
第四节 施工通风安全组织机构	237
第五节 通风管理制度	237
第六节 施工通风安全技术措施	238
第十四章 斜井施工防排水技术	241
第一节 防水方案	241
第二节 排水系统	244
第三节 排水供电	250
第十五章 斜井施工出渣	251
第一节 运输机的选型	251
第二节 带式输送机	253
第三节 带式输送机安全操作和维护保养	259
第四节 安全及文明施工保障措施	263
第十六章 斜井施工运输技术	264
第一节 硐内运输条件	264
第二节 无轨胶轮车运输编组	265
第三节 胶轮车物料运输流程	267
第四节 胶轮车主要参数和配置	269
第五节 胶轮车运输及保养管理	271

第十七章 斜井施工监测技术	274
第一节 控制测量	274
第二节 施工测量	277
第十八章 斜井工程安全管理	282
第一节 斜井工程安全风险辨识	282
第二节 风险评估程序和方法	283
第三节 专项事故风险控制技术与组织措施	286
第四节 应急预案	303
第五节 应急响应	312
后 记	315

第一章 工程与地质概况

神东补连塔煤矿斜井是国内首次采用隧道掘进机工法施工的斜井,本章介绍补连塔煤矿斜井的工程与地质概况。

第一节 工程概况

神东补连塔煤矿位于内蒙古鄂尔多斯市伊金霍洛旗乌兰木伦镇境内,其地理位置如图 1-1 所示,矿井年生产能力 2 000 万 t,是目前世界上单井生产能力最大的井工煤矿。



图 1-1 补连塔煤矿斜井地理位置

该斜井属于辅助运输巷道,用作车辆日常运行的通道。斜井设计总长度为 2 745 m,其中明挖段长度为 27 m,隧道掘进机段长度为 2 718 m,坡度为 -5.5° ,井筒净直径为 6.6 m,沿井筒每 1 000 m 设置一处 50 m 的无轨胶轮车停车平台,共有 2 处,平台与斜井之间采用半径为 1 200 m 的圆曲线顺接,并在第二个平台 1-2 煤层部位预留贯通联络巷道接口。补连塔煤矿斜井纵断面如图 1-2 所示。

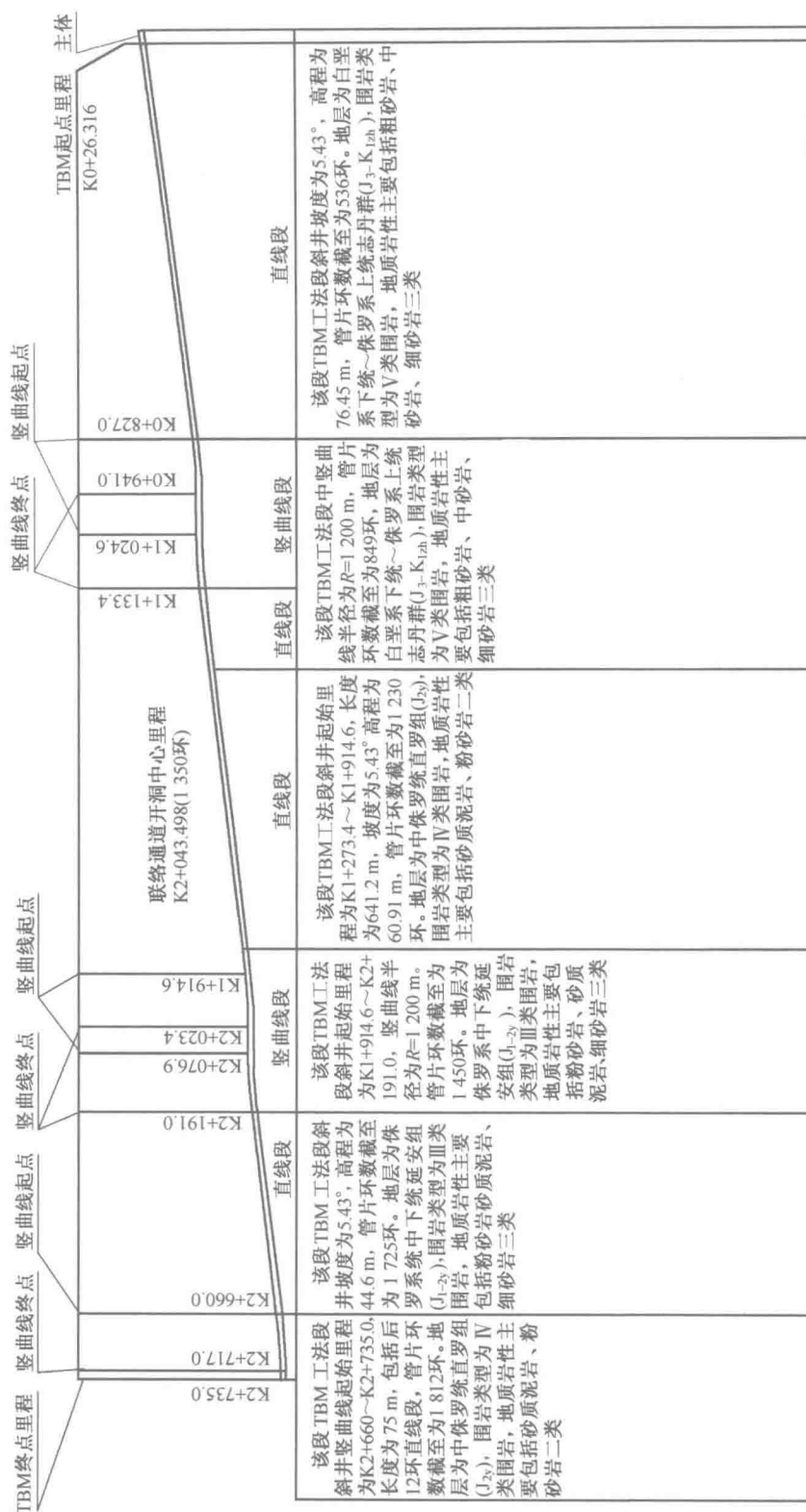


图 1-2 补连塔煤矿斜井纵断面示意

第二节 工程地质

补连塔煤矿斜井井筒场地位于鄂尔多斯高原东部,受毛乌素沙漠影响,场地内地表多为第四系风积沙,基本呈高低不平的沙丘地貌,场地内除冲沟两侧有部分基岩出露外,其余地段均为风积沙覆盖。

根据勘探成果分析,斜井井筒穿越地层由老至新发育有:侏罗系中下统延安组(J_{1-2y}),中侏罗统直罗组(J_{2y}),中侏罗统安定组(J_{2a}),下白垩~上侏罗统志丹群(J_3-K_{1zh}),第四系全新统(Q_4),工程地质分布见表 1-1。

表 1-1 工程地质分布表

系	统(群)	组	厚度(m)	RQD 值(%)	岩 性 描 述
侏罗系	中下统	延安组(J_{1-2y})	110	75~85	岩性为灰色、灰白色细砂岩、粉砂岩及深灰色的砂质泥岩,其次为灰白色中、粗粒砂岩、灰黑色泥岩及煤层,含水率低
中侏罗统		直罗组(J_{2y})	100	80~85	下部以灰绿色砂质泥岩、粉砂岩,夹有灰白色透镜体状中、粗砂岩,上部杂色粉砂岩、砂质泥岩,夹透镜体状褐红色砂岩,砂质泥岩内常见有灰绿色砂岩碎块,为含水地层
		安定组(J_{2a})	0~30	70~80	紫褐色中、粗粒砂岩,厚层状构造,碎屑结构,泥质胶结,砂岩碎屑成份以石英、长石为主,偶见细砾,粒径(2~4) mm,夹有灰绿色、杂色粉、细砂岩和砂质泥岩
下白垩~上侏罗		志丹群(J_3-K_{1zh})	40	35~60	棕红色中、粗粒砂岩为主,次为细粒砂岩,杂基含量较高,局部层位发育有砾岩,砾石成分主要为石英岩、花岗岩、花岗片麻岩
第四系		全新统(Q_4)	4.5~22.6		稍湿~稍密,颗粒成分以石英、长石为主,砂质纯净,含土量少,密实度由上至下逐渐提高

一、侏罗系中下统延安组(J_{1-2y})

该组地层为本区的主要含煤地层,地表无出露,伏于直罗组地层之下,为一套陆相碎屑含煤构造,本次揭露最大厚度为 110 m,层位分布稳定。该组地层岩性为灰色、灰白色细砂岩、粉砂岩及深灰色的砂质泥岩,其次为灰白色中、粗粒砂岩、灰黑色泥岩及煤层,以上不同岩性地层呈互层状分布,局部层段岩性有相变,总体近水平状,与下伏延安组呈假整合接触关系。

该组地层中发育有近水平状黑色纹理和波状层理,局部接近煤层层段含有薄煤夹层或煤质碎屑,砂岩层多为厚层状构造,碎屑结构,泥质胶结,泥质砂岩和泥岩多为厚层状构造,泥质结构,泥质胶结,碎屑成分以石英、长石为主,含有少量云母和暗色矿物,RQD 值达 75%~85%,岩芯致密坚硬,敲击声脆,锤击有明显回弹,手有强烈震感,不易击碎,断面整齐,延安组地质取样岩芯如图 1-3 所示。该组地层埋深大,风化程度微弱,岩体完整性

好,节理裂隙发育程度轻微,物理力学强度指标较高,孔隙率较低,含水率低,岩体内可见少量压扭性错动面,此类结构面呈闭合状,规模小,连通性差,无矿物质充填或铁锰质浸染,可见清晰擦痕。本组地层含煤化植物化石较丰富,但多为不完整的植物茎、叶化石,未见完整植物化石,难辨其属种。



图 1-3 延安组地质取样岩芯

二、中侏罗统直罗组 (J_{2y})

该组地层为区内煤系地层的直接上覆地层,地表无出露,厚度约 100 m,层厚变化幅度不大,层位分布稳定,其岩性下部以灰绿色砂质泥岩、粉砂岩为主,局部夹有灰白色透镜体状中、粗砂岩,上部多为杂色粉砂岩、砂质泥岩,夹透镜体状褐红色砂岩,砂质泥岩内常见有灰绿色砂岩碎块,本组不同岩性地层呈互层状分布,局部岩性有相变,总体近水平状,与下伏延安组地层整合接触。

该组地层中可见近水平状层理,多为厚层状构造,碎屑结构或泥质结构,泥质胶结,砂岩碎屑成分主要为石英、长石,暗色矿物含量较高。该组地层埋深较大,风化程度微弱,其中粉砂岩、砂质泥岩物理力学指标较高,节理裂隙发育程度轻微,岩体完整性较好,孔隙率低,含水率低,可见少量压扭性错动面。此类结构面呈闭合状,大多无矿物质充填或铁锰质浸染,可见清晰擦痕,个别错动面中可见少量黄铁矿结晶体。中、粗砂岩风化程度较高,成岩性较差,岩体物理力学指标较低,岩质疏松软弱,孔隙率较高,部分层段为含水层。该组地层中未发现植物化石。

该组地层钻探过程中粉砂岩、砂质泥岩岩芯采取率较高,达 80%~90%,岩芯多呈短柱状,一般长度为 30~80 cm,最长可达 2.8 m, RQD 值 80%~85%,岩芯较坚硬,敲击声脆,锤击有回弹,手有震感,较难击碎,断面整齐,直罗组地质取样岩芯见图 1-4。中、粗砂岩岩性相对软弱,但其岩芯采取率较高,可达 80%以上,岩芯多呈短柱状,一般长度为 20~60 cm, RQD 值 75%~80%,岩质疏松,孔隙发育,敲击声哑,锤击无回弹,手无震感,较易击碎,断面多呈不规则状,局部层位受扰动后呈散沙状,岩体内含水率高,为含水层。



图 1-4 直罗组地质取样岩芯

三、中侏罗统安定组(J_{2a})

根据钻探资料,该组地层在场地内分布厚度较小,厚度约 0~30 m,局部地段缺失。该组地层岩性主要为紫褐色中、粗粒砂岩,厚层状构造,碎屑结构,泥质胶结,砂岩碎屑成分以石英、长石为主,偶见细砾,粒径 2~4 mm,局部夹有灰绿色、杂色粉、细砂岩和砂质泥岩,可见交错层理,砂质泥岩遇水易软化崩解。该层厚度变化较大,层位分布不稳定,与下伏直罗组地层整合接触。

该组地层埋深较浅,风化作用较强,上部地层节理裂隙发育程度较高,下部较弱,岩体较为完整,物理力学性质较好,岩芯采取率较高,可达 80%~85%,岩芯多呈短柱状,一般长度为 15~40 cm,最长可达 80 cm, RQD 值 70%~80%。岩芯敲击声不清脆,无回弹,较易击碎,浸水后,指甲可刻出印痕,断面较整齐。煤层及顶板地质取样岩芯如图 1-5 所示。



图 1-5 煤层及顶板地质取样岩芯

四、下白垩~上侏罗统志丹群(J_3-K_{1zh})

该组地层在场地内分布厚度较小,在冲沟地段两侧部分出露于地表,总体趋势沿井筒中心线东段较薄,西段较厚,平均厚度约 40 m。岩性以棕红色中、粗粒砂岩为主,次为细粒砂岩,杂基含量较高,局部层位发育有砾岩。砾石成分主要为石英岩、花岗岩、花岗片麻岩等,与下伏安定组或直罗组呈角度不整合接触。

该组地层具大型斜层理和交错层理,厚层状构造,碎屑结构,泥质胶结,碎屑主要成分为长石、石英,颗粒次棱角状,分选中等。该组地层埋深浅,风化程度较高,节理裂隙较为发育,结构面结合差,多有矿物浸染,岩体完整性差,岩性疏松,上部地层受风化裂隙和地表水入渗影响富水性较好,为区内主要的含水地层。该组地层物理力学性质较差,强度较低,遇水易于软化崩解。

该组地层钻探过程中岩芯采取率较低,达 50%~80%,局部发育有砾岩的层位取芯困难,岩芯多呈短柱状,长度一般为 10~30 cm,最长可达 60 cm,岩性相变现象较多,敲击声哑,有凹痕,无回弹,易击碎,敲击后易沿层理面裂开,工程性质较差。志丹群风化岩层段地质取样岩芯如图 1-6 所示。

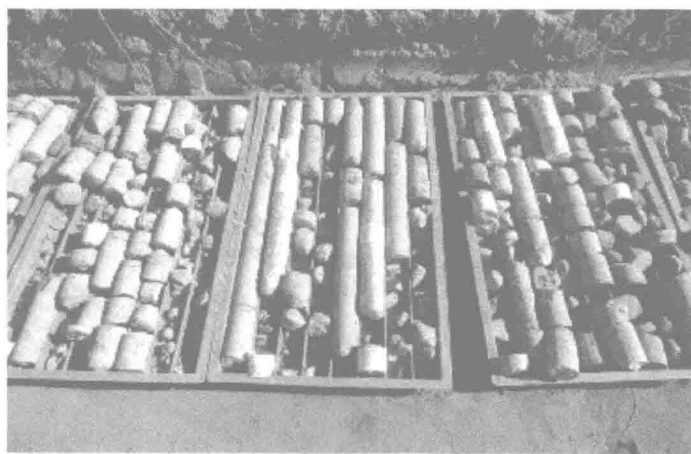


图 1-6 志丹群风化岩层段地质取样岩芯

五、第四系全新统(Q_4)

该地层主要为风积沙和冲洪积卵砾石层,风积沙广泛分布于地表,粒级多为细粒,多呈波状起伏沙丘,厚度约 4.5~22.6 m,沙质均匀,含土量较少,表层松散,由上至下密实程度逐渐提高,卵砾石层仅在一冲沟内揭露,平均厚度约 3 m,碎屑成分以花岗岩、石英岩为主,砂类土充填。

各岩土层工程地质特性见表 1-2。

表 1-2 各岩土层的工程地质特性综合表

地层名称	埋深	天然容重	孔隙率	黏聚力	内摩擦角	围岩 分级	天然抗 压强度	饱和抗 压强度	弹性 模量	渗透 系数
单位	m	g/cm ³	%	MPa			MPa	MPa	10 ⁴ MPa	cm/s
①第四系风积 细沙	11.0	1.48	46.04							1.38×10^{-3}
⑧-1 志丹群中 粒砂岩、砾岩护层	15.0	2.43	11.11		32.41	V	5.25	2.84	0.92	1.74×10^{-4}
⑥-1 志丹群粉 砂岩	26.3	2.30~ 2.47	9.26~ 16.04	1.28	30.95~ 34.97	V	4.95~ 7.02	1.47~ 4.13	1.05~ 1.19	
⑧-2 直罗组中 粒砂岩	40.0	2.42~ 2.43	6.69~ 10.71	01.03~ 1.56	32.14~ 35.42	V	6.28~ 8.20	2.82~ 3.07	0.612	1.74×10^{-4}
⑥-2 直罗组粉 砂岩	46.9	2.19~ 2.49	9.88~ 10.61	1.53~ 1.70	31.89~ 36.26	V	7.80~ 18.72	2.60~ 10.43	0.94~ 1.17	
⑦-1 直罗组细 粒砂岩	50.2	2.41	13.10~ 14.22	2.02~ 2.76	32.98~ 33.95	V	10.99~ 15.75	3.34~ 7.83	0.723	
⑧-3 直罗组中 粒砂岩	52.2	2.20~ 2.60	7.60~ 20.26	1.60~ 3.53	33.80~ 36.58	V	4.67~ 11.30	1.47~ 4.68	0.43~ 0.76	3.46×10^{-5}
⑦-2 直罗组细 粒砂岩⑥-6 直罗 粉砂岩互层	66.3	2.40~ 2.41	13.04~ 14.82	1.01~ 1.94	33.75~ 35.83	V	8.71~ 21.75	2.27~ 7.43	0.61~ 0.83	
⑧-4 直罗组中 粒砂岩	113.8	2.27~ 2.55	6.85~ 17.95	2.20~ 3.93	29.98~ 39.36	V	4.16~ 10.86	2.34~ 10.10	0.07~ 0.72	2.61×10^{-5}
⑦-3 直罗粉西 砂互层	125.5	2.44~ 2.47	10.04~ 12.41	1.05~ 3.57	32.37~ 32.84	IV	18.19~ 23.54	7.09~ 14.71	1.56~ 2.40	
⑥-4 延安组粉 砂岩 ⑦-4 延安组细 粒砂岩互层	171.2	2.20~ 2.37	15.16~ 20.30	4.63~ 9.77	30.07~ 32.37	IV	17.38~ 17.68	13.51~ 14.71	1.45~ 2.17	
⑧-5 延安组中 砂砾层	183.4	2.21	16.15	3.68~ 6.97	33.4	IV	21.49	7.38	1.03	
⑦-5 延安组西 粒砂岩	191.5	2.38~ 2.45	6.18~ 11.36	3.67	35.10~ 36.75	III	29.80~ 46.26	12.73~ 34.35	1.03~ 2.17	
⑩-1 延安组 1~ 2 煤层	200.5	1.31~ 1.43	6.32~ 10.41			V	18.31~ 19.45	11.11~ 11.13		
⑦-6 延安组细 粒砂岩	230.7	2.32~ 2.53	4.89~ 12.55	4.02~ 4.92	35.24~ 36.63	III	31.90~ 32.74	20.56~ 25.46	1.42~ 1.46	
⑦-7 延安组细 粒砂岩	273.8	2.18~ 2.59	1.37~ 7.86	4.29~ 5.63	35.97~ 37.75	III	26.62~ 31.96	18.72~ 23.91	1.22~ 1.68	
⑩-2 延安组 2~ 2 煤层	281.1	1.31~ 1.43	6.32~ 10.41			V	18.31~ 19.45	11.11~ 11.37		

第三节 地质构造

根据神东补连塔煤矿斜井地质资料和已有矿井建设揭露地质资料,结合本次地质钻探成果,通过分析场址分布的主要地质分层等高线后,未发现断层发育的迹象,亦未发现断层破碎带,仅在部分粉砂岩、砂质泥岩中见有滑动面,滑动面多呈闭合状,无矿物充填或浸染,可见清晰擦痕,分布规模较小,贯通性较差。志丹群顶部见有裂隙。

场地内基本构造形态为单斜,地层走向为 $N30^{\circ}W$,倾向 $S60^{\circ}W$,倾角 $1^{\circ}\sim 3^{\circ}$,无褶皱与断裂构造,亦无岩浆活动,总体为构造简单区。

该区域未经历大的构造活动,场地内分布的岩层为沉积相砂岩、砂质泥岩、泥岩,均属软质岩石。钻孔施工过程中未发现岩芯饼化现象,钻孔孔壁未发生变形,邻近既有矿井施工和采掘时亦未发生硐壁岩体位移显著,持续时间较长,成硐性差的现象。通过对历次构造形迹的调查和构造运动的分析,该工程场地受构造作用程度弱,初始地应力场不属于极高应力或高应力范围。

场地内未发现新构造运动迹象,地层分布连续、稳定,未发现岩溶等不良地质现象。第四系砂层、志丹群裂隙带和直罗组中、粗砂岩为场地内主要的含水地层,富水性为中等~弱,补给来源有限,场地水文地质条件较为简单,地下水对井筒施工造成的影响不大,邻近井筒施工或矿井采掘时未曾出现水害事故。含水层段岩性相对软弱,对井筒施工带来一定影响,必须采取适当的处理措施。

第四节 水文地质

补连塔矿区内分布的地表水系较少,主要水系为补连沟水系,其径流强度较低,其他水系多为季节性溪流,雨季有少量径流,枯水期干涸。区内主要的含水地层大致有5层(段)。

一、第四系孔隙含水岩段

区内第四系松散层分布广泛,上部主要由风积沙及黄土组成,下部为不连续的泥质胶结的卵、砾石层组成,该层厚度约 $0\sim 30.6\text{ m}$,平均厚度 14.8 m ,岩性疏松,孔隙发育,构成第四系孔隙含水层。该层富水性较弱,属于透水层,直接受大气降水补给,地下水径流条件较好。

二、志丹群孔隙含水岩组

区内志丹群发育较广泛,含水层厚度 $30.39\sim 188.12\text{ m}$,平均厚度 88.87 m ,主要由中、粗砂岩和砾岩组成。岩性垂直上变化较大,中、粗砂岩和砾岩交替出现。上部地层一般以中、粗砂岩居多,下部地层则以不同粒径的砂砾岩为主,该层富水性中等,属于弱透水岩层,且含水量有限,补给条件较差。