

《定向钻探技术规程》行业标准解读及推广应用

陈晓林, 胡汉月, 刘志强, 刘春生

(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:《定向钻探技术规程》(DZ/T 0054—2014)行业标准已于 2014 年 12 月正式实施,此标准是《定向钻进技术规范》(DZ/T 0054—1993)的修订版。本文主要介绍吸收了定向钻探技术最新实用成果后的修订版规程的主要技术内容和技术特点,以及规程在发布之后在国内及“一带一路”国家的推广应用情况。建议相关从业人员了解并掌握新标准条款,并在行业内贯彻实施,促进定向钻探技术施工规范化。

关键词:定向钻探技术规程;行业标准;新成果;规范化;推广应用;“一带一路”

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**C **文章编号:**1672-7428(2020)08-0024-04

Interpretation and application of the industry standard “Technical Specification for Directional Drilling”

CHEN Xiaolin, HU Hanyue, LIU Zhiqiang, LIU Chunsheng

(Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The industry standard “Technical Specification for Directional Drilling (DZ/T 0054—2014)” was formally implemented in December 2014. This standard is the revised version of “Technical Regulation for Directional Drilling (DZ/T 0054—1993)”. This paper mainly introduces the main technical contents and technical characteristics of the revised specification after absorbing the latest practical results of directional drilling technology, as well as promotion and application of the specification in “the Belt and Road” countries after its publication. It is recommended that relevant practitioners should understand and master the clauses of the new standard, and implement them so as to promote the standardization of directional drilling.

Key words: Technical Specification for Directional Drilling; industry standard; new achievements; standardization; application; “the Belt and Road”

0 引言

定向钻探技术是一种利用钻孔自然弯曲规律或采用人工造斜工具使钻孔产生一定弯曲迫使钻孔的轴线按设计轨迹延伸的一种先进钻探方法。具有钻探工程质量好、矿产采收率高、勘探施工速度快、生产成本低、地质资料精确、绿色环保等优点,在地质找矿领域、油气、地热、可溶性矿产开采等领域得到了广泛应用。主要应用范围为以下几个方面。

(1)地质岩心钻探工程中急倾斜(陡立)矿体、自然造斜严重矿区勘探施工;

(2)纠正钻孔弯曲、补取岩矿心、绕过孔内事故等复杂孔段的施工;

(3)因地形、地面建筑限制无法安装钻探设备而采用的定向钻进施工;

(4)为保护生态环境、减少钻探设备搬迁、节省钻探工作量,在勘探网度密、矿体埋藏深等情况下,采用定向钻探技术所进行的分支孔或集束孔施工;

(5)天然气水合物、干热岩等能源增产开发需要进行的水平定向孔、对接孔施工等。

为了规范定向钻探技术设计、施工和管理,原地

收稿日期:2020-07-06; **修回日期:**2020-07-20 **DOI:**10.12143/j.tkgc.2020.08.005

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“神狐海域天然气水合物先导试验区试采实施(中国地质科学院勘探技术研究所)”(编号:DD20190227)

作者简介:陈晓林,女,汉族,1973年生,教授级高级工程师,机械工程专业,主要从事定向钻探技术科研与开发工作,河北省廊坊市金光道77号,xlchen7301@sina.com。

引用格式:陈晓林,胡汉月,刘志强,等.《定向钻探技术规程》行业标准解读及推广应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(8):24-27.
CHEN Xiaolin, HU Hanyue, LIU Zhiqiang, et al. Interpretation and application of the industry standard “Technical Specification for Directional Drilling”[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(8):24-27.

质矿产部发布并实施了地质矿产行业标准《定向钻进技术规范》(DZ/T 0054—1993)(以下简称原规范),标准实施以来定向钻进技术得到稳定快速发展。随着定向钻探技术的迅猛发展和定向钻探仪器设备的更新改造及应用范围的拓展,特别是近 20 年内,随着石油、煤、金属矿产等市场需求的不断扩大,地勘行业越来越广泛地应用和发展了定向钻探技术,出现了大量的新成果和新概念,原规范已不适用于当前的定向钻探工作,急需进行修订。2010 年 4 月,中国地质调查局下达了“定向钻进技术规范”的修订任务,由我所进行修订。2014 年 9 月,修订版的行业标准《定向钻探技术规程》(DZ/T 0054—2014)(以下简称本规程)发布,2014 年 12 月正式实施。

1 《定向钻探技术规程》的编写原则

(1)本规程是规范定向钻探施工生产秩序,进行科学化管理的重要依据,也是促进定向钻探技术进步、提高定向钻探生产效率、保证定向钻探施工质量、降低施工成本、维护人身安全和生态环境的指导性技术文件。是定向钻探施工过程的操作指南,在政府主管部门授权下,更具有技术法规的特性。

(2)本规程是在原规范的基础上修订而成,因此在原规范中的一些条目如设备、机具和工艺方法对当前生产实践仍然具有指导意义和实用价值,要尽量采用,对一些企业已经不生产的落后设备、机具和应用很少的工艺方法则予删除,补充一些成熟的新设备、新技术和新工艺。

(3)科学技术在迅速的发展,必须紧跟科技发展步伐,修订本规程时,保留原规范的适宜内容,修正其不适宜或过时的内容,反映原规范颁布后定向钻探行业新技术、新方法、新设备和新仪器的发展,扩充完善内容。及时将成熟的具有应用价值的定向钻探新设备、新机具、新工艺纳入本规程,体现修改后标准的先进性和可操作性。

(4)目前,勘探深部矿床的钻探工程量不断增加,深孔钻进是今后主要任务。新修订的规程必须适应这种发展趋势的要求。

(5)社会主义市场经济的建立,将改变过去单纯依靠政府主管部门行政指令、上行下效的模式。若干量化的指标将通过委托方和承接方协议规定,施工中的很多要求必须履行合同的制约。所以,本规程必须与工程承包合同相互衔接。

2 本规程的主要内容及技术特点

2.1 主要章节组成

本规程在编写格式上严格按照国家标准的编写要求编写,达到标准结构严谨,文字表达上准确简明、通俗易懂。其主要章节包括范围、规范性引用文件、术语和定义、定向钻探工程设计、定向钻探设备和器具的选择、定向钻进施工工艺、特种定向孔钻进、定向钻孔测量及轨迹计算、定向钻进事故的预防和处理、定向孔质量、定向钻进施工管理等 11 章,同时提供了推荐定向孔设计计算方法、定向工具面角的计算公式及推荐定向孔轴线轨迹计算方法等 3 项资料性附录。

2.2 主要技术内容

本规程的主要技术内容为定向钻探工程设计、定向钻进施工工艺、特钻定向孔钻进、定向孔轨迹控制、定向钻孔测量及轨迹计算等。“定向钻探工程设计”章节中明确了勘探地质条件和地形条件、合同或协议等作为设计依据,规定了设计内容包括定向孔轴线轨迹设计、定向孔钻进工艺设计、定向孔施工组织设计等,并细化了其中的详细设计内容。“定向钻进施工工艺”指导性地列出了造斜钻进前的准备、人工孔底的建造、造斜器具的检查、造斜钻具的下放、造斜钻具的定向以及造斜钻进步骤等一个完整的施工工艺。“特种定向孔钻进”中包含了高精度垂直孔钻进、大顶角和水平定向孔钻进以及对接孔钻进等成熟的科技新成果,并分别提出了其技术要求和实施方法。“定向孔轨迹控制”分直孔段钻进、造斜钻进、稳斜段和水平段钻进等几个钻进阶段提出轨迹控制方法和要求。“定向钻孔测量及轨迹计算”规定了造斜钻进测斜记录参数、终孔验收测量记录及定向孔轴线轨迹计算表等内容。这些定向钻探技术新成果不但能更好地为地质调查服务,而且可以用来开采天然气水合物、干热岩等新能源,进行救援孔的施工等,扩大了定向钻探技术的应用范围。

2.3 主要技术特点

(1)本规程适用对象以地质调查岩心钻探为主,适用于孔深 3000 m 以内的钻孔施工。规程的编写依《地质岩心钻探技术规程》(DZ/T 0027—2010)为准则,充分考虑石油、冶金、煤炭、有色、核工业等有关部门采用的装备和技术,注意了与有关部门制订的类似规范的协调。同时对一些省(市、区)地勘局制定的定向钻探操作规范、安全生产规范等进行了

研究分析。在水平定向孔钻进等方面引用借鉴了石油定向井的一些先进技术成果。

(2)吸收了定向钻探技术最新的实用性成果和地勘单位定向钻探工作管理经验,较好地体现了我国改革开放以来国民经济建设与科学技术快速发展取得的成果。确定的各项技术指标合理适用,要求具体,具有较强的实用性和可操作性。汇集了大量定向钻探方面的新仪器、新设备、新钻具等新技术、新成果。比如定向井的类型由单一的定向分支井发展到多向分支的定向丛式井;定向造斜半径由过去的长半径发展到中半径和短半径;过去的测斜仪器设备,经多年的科技创新,已由传统的单点投测、单点测斜、单点定向,发展到多点投测、连续随测、连续随钻定向,无线随钻(MWD)技术已得到广泛应用;传统的单一测斜技术,如今已被随钻测井(LWD)所替代,在获取几何参数的同时,还可随钻获取地质参数如自然伽马、电阻率、中子和密度等;定向轨迹计算数据处理方法已从过去的计算器时代发展到大型软件时代;计算方法已从单一的均角全距法发展到平衡正切法、曲率半径法、最小曲率法等;使用的定向钻进的造斜工具性能也发生了较大的变化,技术性能更加先进。补充的最新技术近距离中靶技术,充分体现了当前的定向钻探测控新技术。

(3)突出了按照设计进行施工的原则。新增了特种定向孔钻进技术等成熟的定向钻探科技新成果。贯彻以人为本和可持续发展的理念,强化了施工人员的人身安全和人员健康,保护生态环境,保护耕地、草原和森林。

(4)体现继承性,比如鉴于采用连续造斜器和螺杆钻具定向钻进技术已成为固体矿产勘查定向钻探技术的主要方法,在修订本规程时进一步充实了其内容,并作为重点来编写,新增了许多实质内容。偏心楔造斜钻进技术已在我国使用了数十年,20世纪80年代前是我国定向钻进的主要方法,虽然技术已不先进,但至今仍有一些单位在使用,考虑到我国的实际情况,在编写时依旧将偏心楔定向钻进编入其中,但内容有较大幅度减少。

(5)以技术标准格式编写,内容完整。从设计、设备器具选择、施工、工艺方法、质量、安全、管理、生态环保到资料整理,形成一个现代化科学管理的系统。全面规范了生产秩序,是迄今最具先进性和实用性的指导性技术文件。并贯彻以人为本和可持续

发展的理念,增强社会责任感。

3 本规程的推广应用

本规程在编写过程中,在行业内组织召开了定向钻探技术培训会,对本规程进行了宣贯和推广,对参会的地质、煤炭、水文等钻井技术人员进行详细解读,让相关专业人员充分了解本规程,便于在地质勘探和开发工作中进行应用。

目前实施定向钻探工作的单位不多,关键技术还掌握在少数地勘行业的科研院所及石油行业的相关单位。我所作为本规程的起草单位,就是地勘行业中掌握定向钻探关键技术的单位之一,自本规程发布实施以来发挥着较好的推广应用作用。通过我所实施定向钻探技术工程和技术服务过程中严格按照本规程规定的要求进行定向钻井施工,不仅在国内实现了推广应用,还将本规程技术内容推广应用至“一带一路”中的国家。

在实施土耳其天然碱钻采对接井工程时,给每位技术人员发放一本本规程,尤其是要求定向工程师在编写工程设计时,就依照规程中“定向钻探工程设计”章节规定的内容和要求进行详细设计,确保设计方案内容完整。操作工程师严格依照“特种定向孔控制”中的对接孔钻进方法、“定向孔轨迹控制”的控制方法以及“定向钻孔测量和轨迹计算”中的计算方法进行钻井、控制和测量,实现了有效控制,保证实际钻井轨迹和设计轨迹保持一致,确保钻井中靶,实现了一次性对接成功,同时也确保工程圆满完工,取得较好的经济效益和社会效益。

在新能源勘探开发中进行了推广应用,一是在陆域水合物对接井开采试验中,设计了1口垂直井与2口水平井对接的模式,靶区极小,对钻井轨迹进行严格控制才能钻入极小靶区。实施时操作工程师参照“对接孔钻进”的中靶方法以及“定向轨迹控制”章节中稳斜段和水平井段钻进控制方法采用随钻测量结合高精度中靶引导,实现了极小靶区中靶成功。二是在海域水合物水平井试验中,定向工程师参照“定向轨迹控制”章节中的造斜段钻进根据地层造斜难易程度选择造斜钻具的弯度,并创新了钻具组合,攻克了浅软地层造斜技术,从而推动提升了我国定向钻探技术水平。

目前,我所正开展对本规程的翻译工作,计划实施其英语版的出版,将其推广应用到更多的“一带一

路”国家,提高其影响力。

4 建议

《定向钻探技术规程》(DZ/T 0054—2014)自 2014 年发布实施以来,推广应用仅限于少数几家地勘行业单位,在行业内未得到广泛应用。就本规程而言,纳入了对接井、高精度垂直井、高精度中靶技术等多项定向钻探行业新成果,使其行业标准更规范、内容更完善、可操作性更强,其先进性和成熟性都得以体现,并不是技术标准本身限制其推广应用。

技术标准的推广涉及标准制定、管理和实施单位,建议相关管理部门积极调动各部门和应用单位的积极性,明确部门在标准化工作中的职、权、责,形成良好的合作团体,同时建立健全标准化工作机制。加强标准化建设的同时,提高标准推广效果,将其纳入标准化工作考核项目中,实现科学管理,推动行业发展和技术创新。

建议通过标准宣贯和培训工作,使相关从业人员了解并掌握新标准条款,注重结合实际应用标准,并在行业内贯彻实施,进一步指导施工单位规范施工。在利用定向钻探技术开发天然气水合物、干热岩等新能源时应用指导性和规范性文件,从而促进定向钻探技术稳步发展和广泛应用。

地勘行业标准发布实施后如何推广应用也是标准化工作中比较重要的环节,值得相关部门和标准化工作人员进一步探讨,提出切实可行的实施方案,推动标准化建设工作,从而使地勘行业标准在规范钻井作业方面起到指导作用,在“一带一路”国际市场上发挥桥梁纽带作用。

参考文献 (References):

- [1] DZ/T 0054—2014, 定向钻探技术规程[S].
DZ/T 0054—2014, Technical specification for directional drilling[S].
- [2] DZ/T 0054—1993, 定向钻进技术规范[S].
DZ/T 0054—1993, Technical regulation for directional drilling[S].
- [3] 刘秀美, 孙建华, 张林霞, 等.《地质岩心钻探规程》(DZ/T 0027—2010)的编制[C]//第十六届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流年会论文集.北京:地质出版社, 2011:12—15.
LIU Xiumei, SUN Jianhua, ZHANG Linxia, et al. Preparation of《Geologic core drilling regulations》(DZ/T 0027—2010) [C]//Proceedings of the 16th Annual National Technical and Academic Exchange Conference on Exploration Engineering (Drilling and Tunneling). Beijing: Geological Publishing House, 2011:12—15.
- [4] 陈剑焱, 胡汉月. 定向钻进高精度中靶系统及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(4):10—12.
CHEN Jianyao, HU Hanyue. Experience on application of

- SmartMag high precision drilling guidance system[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011, 38(4):10—12.
- [5] 向军文, 胡汉月. 国产定向对接井精确中靶技术在盐矿中的应用[J]. 中国井矿盐, 2010, 41(5):16—18.
XIANG Junwen, HU Hanyue. The application of accurate target technology of domestic directional butted-wells in salt mine [J]. China Well and Rock Salt, 2010, 41(5):16—18.
- [6] 向军文, 陈晓林. 定向连通井技术的发展及其展望[J]. 探矿工程, 2003(1):20—22.
XIANG Junwen, CHEN Xiaolin. Development and prospect of directional connected well technology [J]. Exploration Engineering, 2003(1):20—22.
- [7] 向军文, 胡汉月, 刘志强. 土耳其天然碱矿 30 对对接井钻井工程[J]. 中国井矿盐, 2007, 38(5):25—28.
XIANG Junwen, HU Hanyue, LIU Zhiqiang. Well drilling in 30 pairs of butted wells in a trona mine in Turkey [J]. China Well and Rock Salt, 2007, 38(5):25—28.
- [8] 林修阔, 刘汪威, 向军文. 采卤对接井技术在 XL3—7 井的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(9):39—40.
LIN Xiukuo, LIU Wangwei, XIANG Junwen. Application of technology of connected brine wells in XL3—7 Well [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2007, 34(9):39—40.
- [9] 向昆明, 刘汪威, 陈剑焱, 等. 三维地质建模在土耳其天然碱对接井设计中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(10):2—6.
XIANG Kunming, LIU Wangwei, CHEN Jianyao, et al. Application of 3D geological modeling in Turkey trona solution mining project design [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012, 39(10):2—6.
- [10] 洪常久. 水平对接井技术在天然碱矿中的应用[J]. 煤炭技术, 2008, 27(6):142—143.
HONG Changjiu. Application of level docking wells in nature alkaline mine [J]. Coal Technology, 2008, 27(6):142—143.
- [11] 刘汪威, 林修阔, 张新刚, 等. 特殊地质条件下定向对接复杂井组的工艺设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(4):13—16.
LIU Wangwei, LIN Xiukuo, ZHANG Xingang, et al. Process design of complex connection well units in special geological conditions [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011, 38(4):13—16.
- [12] 林修阔, 陈剑焱, 刘汪威, 等. 双通道平行井在采卤对接井中的首次应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(2):12—14, 18.
LIN Xiukuo, CHEN Jianyao, LIU Wangwei, et al. First application of double channel parallel wells in connected brine wells [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011, 38(2):12—14, 18.
- [13] 隆东, 张新刚, 岳刚, 等. H024 井施工工艺及精确中靶技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(3):5—8, 12.
LONG Dong, ZHANG Xingang, YUE Gang, et al. Construction technology of Well H024U and the technical measures of accurate target hitting [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011, 38(3):5—8, 12.
- [14] 樊传忠. 盐矿水平对接井开采的几个关键问题[J]. 中国井矿盐, 2015, 45(5):13—16, 46.
FAN Chuanzhong. Essential issues of horizontal butted well mining [J]. China Well and Rock Slat, 2015, 45(5):13—16, 46.