

国标《地质岩心钻探钻具》中的钻杆、套管技术要求 制修订和贯标情况刍议

孙建华, 李小洋, 刘秀美, 李鑫淼, 梁健
(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北廊坊 065000)

摘要:对国家标准《地质岩心钻探钻具(GB/T 16950—2014)》中的钻杆、套管等相关技术规定和制修订依据进行了总结,对该标准实施后的企业采标(贯标)情况进行了调研分析,以期引起钻探同行持续关注,推动钻具标准宣贯工作。

关键词:绳索取心钻进;钻杆;套管;钻探标准;标准化

中图分类号:P634;N65 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2016)05-0051-05

On Drawing up and Revising Technical Requirements of Drill Rod and Casing Listed in National Standards Geological Core Drilling Tool and the Implementation/SUN Jian-hua, LI Xiao-yang, LIU Xiu-mei, LI Xin-miao, LIANG Jian (The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The summarization is made on the related technical regulations and revising basis for drill string, casing and some other terms listed in national standards Geological Core Drilling Tool(GB/T 16950—2014) and the investigation and analysis are carried out on the standards adoption and implementation in order to cause the sustained attention in drilling trade and promote the publicizing and implementing drilling tool standards.

Key words: wire-line core drilling; drill rod; casing; drilling standard; standardization

0 引言

“十一五”和“十二五”以来,我国的深孔地质岩心钻探尤其是绳索取心钻进技术研发应用方面取得了重大进步。同时,在国内钻探科研单位、钻具生产企业、地质管材制造企业、钻探施工单位共同努力下,新的国家标准《地质岩心钻探钻具(GB/T 16950—2014)》(以下简称《钻具标准》)于2014年6月9日发布,并于2014年10月1日实施。嗣后,国土资源行业技术标准《地质岩心钻探金刚石钻头(DZ/T 0277—2015)》、《地质岩心钻探金刚石扩孔器(DZ/T 0278—2015)》完成起草,于2015年4月15日发布,2015年7月1日实施。

《钻具标准》及相关的钻头、扩孔器标准制修订是2011—2013年度国土资源部公益性行业科研专项《国土资源关键技术规范研制与标准化基础性研究》中的工作内容之一。实际的调研和编制工作于2009年启动,2013年初基本完成。联合起草单位主要有中国地质科学院勘探技术研究所、无锡钻探工具厂有限公司、甘肃探矿机械厂、中国地质装备总公

司、嘉兴市新纪元钢管制造有限公司、唐山市金石超硬材料有限公司、中煤科工集团西安研究院及中国国土资源经济研究院等。

《钻具标准》是地质岩心钻探领域最重要的“基础性”技术标准之一,适用于钻孔深度3000 m以内的地质岩心钻探,包括采用提钻取心和绳索取心钻进工艺的金金刚石钻进、复合片钻进及硬质合金钻进等。该标准制约和影响后续钻探装备和其他钻探器具标准的制修订。为克服“重制定、轻宣贯”现象,积极促进钻探技术标准在地质勘查工作中发挥更大的支撑作用,在推动钻探技术成果应用、促进国际交流和技术输出等方面发挥实质性作用,在该标准实施1年多后,根据业务主管部门要求和钻探同行专家建议对贯标情况进行了摸底调研。本文对国家标准中的钻杆、套管相关技术规定和制修订依据进行了总结,并在对江苏、河北、山东、甘肃、浙江等地钻具生产企业调查的基础上对管柱(钻杆、套管和管材等)方面的贯标调研情况进行简单分析,祈愿引起钻探同行持续关注,共同推动钻具标准宣贯工作。

收稿日期:2016-01-26;修回日期:2016-02-17

基金项目:“十二五”国家高技术研究发展计划(863计划)“4000米地质岩心钻探成套技术装备”(编号:2014AA06A607)

作者简介:孙建华,男,汉族,1962年生,研究室副主任,教授级高级工程师,探矿工程专业,从事钻探工程科研与示范工作,河北省廊坊市金光道77号,sjhiet@qq.com。

1 钻探管材制造贯标情况

1.1 标准起草依据及相关技术要求

地质岩心钻探管材主要引用了《钻探用无缝钢管(GB/T 9808—2008)》技术标准的主要内容。同时,编写组调研分析了日本技术标准《钻探用无缝钢管(JIS G 3465:2006)》以及德国克虏伯瓦卢雷克曼内司钢管公司(Vallourec & Mannesmann Tubes - V & M Deutschland Gmb)、印度 ISMT 公司(The Indian Seamless Metal Tubes Limited)等国外绳索取心用冷拔无缝钢管产品的技术指标,根据国内冷拔钢管企业的生产工艺条件,结合钻探施工需要,对钢级

及机械性能(抗拉强度、规定非比例延伸强度、断后伸长率、20℃冲击吸收能量、硬度、热处理状态)、尺寸偏差(外径、壁厚)、几何公差(直线度、圆度和壁厚不均、通径)、有害化学成分、外观做出了规定。与《钻探用无缝钢管(GB/T 9808—2008)》相比,增加了钻探管材性能和质量指标要求,适当提高了绳索取心钻杆用冷拔管材强度指标,新增加了 ZT750、ZT850 两个钢级。

《钻具标准》提出的钻探管材技术要求及对比见表 1。

1.2 贯标情况评估

表 1 《地质岩心钻探钻具(GB/T 16950—2014)》标准中管材的技术要求对比

标准或要求	《地质岩心钻探钻具(GB/T 16950—2014)》标准中管材部分	GB/T 9808—2008 《钻探用无缝钢管》	JIS G 3465:2006 《钻探用无缝钢管》	瓦卢雷克曼内司曼公司的 管材要求
化学成分中 S、P 含量要求	ZT590 以下钢级的管材中化学成分 P ≤ 0.030%、S ≤ 0.020%; ZT590 及以上钢级的管材中化学成分 P ≤ 0.020%、S ≤ 0.015%	均为 S ≤ 0.030%、P ≤ 0.030%	均为 S ≤ 0.040%、P ≤ 0.040%	一般为 S ≤ 0.035%、P ≤ 0.035%
外径偏差/mm [绳索取心用冷拔管材]	通用型绳索取心钻杆用管材分别为: AB 口径 + ^{0.30} / ₀ 、N 口径 + ^{0.35} / ₀ 、H 口径 + ^{0.48} / ₀ 、P 口径 + ^{0.60} / ₀ ; 加强型的普通级为: ± 0.50% D; 优质级为: ± 0.40% D	均为: ± 0.50% D 或 ± 0.20, 取其中较大者	均为: ± 0.50% D 或 ± 0.20, 取其中较大者	40 < D ≤ 80: + ^{0.25} / ₀ 80 < D ≤ 140: + ^{0.38} / ₀
内径偏差/mm [绳索取心用冷拔管材]	通用型绳索取心钻杆用管材分别为: AB 口径 - ^{0.30} / ₀ 、N 口径 - ^{0.35} / ₀ 、H 口径 - ^{0.48} / ₀ 、P 口径 - ^{0.60} / ₀ ; 加强型的普通级为: ± 0.50% d; 优质级为: ± 0.40% d	(没有规定)	(没有规定)	30 < D ≤ 75: - ⁰ / _{-0.25} 75 < D ≤ 140: - ⁰ / _{-0.38}
壁厚偏差/mm [绳索取心用冷拔管材]	通用型绳索取心钻杆用管材分别为: AB 口径 ± 6% S、H 口径 ± 7% S、P 口径 ± 8% S; 加强型的普通级为: ± 8% S; 优质级为: ± 7% S	均为: ± 8% S 或 ± 0.15, 取其中较大者	均为: ± 8% S	(没有规定)
不圆度和壁厚不均	绳索取心钻杆用管材的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的 80%	根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,各种管材的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的 80%	(没有规定)	不圆度为不超过外径公差;壁厚不均为:不超过管材壁厚的 ± 5%
弯曲度 [绳索取心用冷拔管材]	通用型及加强型的优质级绳索取心钻杆用管材为: 1:6000; 普通级: ≤ 1:2000	均为: ≤ 1:1000, 且全长弯曲度 ≤ 管材总长度的 1.5‰	(没有具体规定)	均为: ≤ 1:6000
抗拉强度 R _m /MPa	钢级 ZT590: ≥ 780 钢级 XJY850: ≥ 950	钢级 ZT590: ≥ 770 钢级 ZT740: ≥ 840	牌号 STM - R780: ≥ 780 牌号 STM - R830: ≥ 830	牌号 Drilmax620: ≥ 725 牌号 Drilmax850: ≥ 950
规定非比例延伸强度 R _{p0.2} /MPa	钢级 ZT590: ≥ 590 钢级 XJY850: ≥ 850	钢级 ZT590: ≥ 590 钢级 ZT740: ≥ 740	牌号 STM - R780: ≥ 520 牌号 STM - R830: ≥ 590	牌号 Drilmax620: ≥ 620 牌号 Drilmax850: ≥ 850
断后伸长率 A/%	钢级 ZT590: ≥ 14 钢级 XJY850: ≥ 14	钢级 ZT590: ≥ 12 钢级 ZT740: ≥ 10	牌号 STM - R780: ≥ 12 牌号 STM - R830: ≥ 10	牌号 Drilmax620: ≥ 13 牌号 Drilmax850: ≥ 13
硬度 HRC	对高钢级 ZT750 的要求为: 26 ~ 31; ZT850 的要求为: 28 ~ 33; ZT950 的要求为: 30 ~ 35	(没有规定)	(没有规定)	对 Drilmax620 的要求为: 230 ~ 280HB (相当于 21 ~ 29 HRC)
20℃ 冲击吸收能量 KV2(J)	对高钢级的 ZT750、ZT850、ZT950 的要求为: ≥ 54	(没有规定)	(没有规定)	(没有规定)

说明: (1)《地质岩心钻探钻具》标准对管材提出 20℃ 冲击吸收能量 KV₂(J) 的要求,是考虑到钻探用管材对材料的抗疲劳性能有要求,这也与 ISO 11961《石油和天然气工业钻探用钢管》中的要求一致; (2)对管材的硬度有要求,是考虑到钻探用管材对材料的抗耐磨性能有要求,也便于管材的测试验收; (3)钻探用管材关键是要求材料有良好的综合性能。即在满足一定强度情况下具有好的弹性(测试材料的断后伸长率越大越好); (4)《地质岩心钻探钻具》标准对热轧(挤压)管材的尺寸偏差的要求也比 GB/T 9808—2008 和 JIS G 3465—2006 的相应要求高,在此不赘述。

调查了 3 家地质管材制造企业,均表示《钻具标准》实施以后,及时向相关部门下发了标准文件,并采用了该标准。与《钻探用无缝钢管(GB/T

9808—2008)》标准相比,《钻具标准》规定了管材的机械性能,管材的外径和壁厚允许偏差,管材的长度,管材的几何公差,管材的其他要求。同时,扩大

了管材钢级性能,增加了 ZT850、ZT950 钢级产品,提高了管材的尺寸精度,以适应深部地质勘探和未来自动化制造对钻探管材发展的要求,与先进国家同类产品标准靠近,达到了引领钻探行业科技进步,促进产品升级的目的。

应当说明,《钻具标准》第 5 部分(管材)只是地质岩心钻探钻具的一部分,而《钻探用无缝钢管(GB/T 9808—2008)》是一个相对独立的标准文件,除了《钻具标准》管材上述相关规定外,该标准还涉及到规范性引用文件,订货内容,交货重量,技术要求(钢级和化学成分、制造方法、管坯制造方法、钢管制造方法、交货状态)、试验方法、检验规则(组批原则、取样数量、复验与判定规则)、包装、标志和质量证明书等一些内容。因此,地质钻探管材制造企业需要两个标准配套使用,方可覆盖地质钻探用无缝钢管生产产品全部项目;地质钻具企业和钻探用户订货的质量和技术要求宜执行前一个标准。

2 绳索取心钻杆贯标情况

2.1 标准起草依据及相关技术要求

绳索取心钻杆包括通用型(S)、加强型(P)和薄壁型(M)三种。通用型钻杆直接在管材两端加工连接螺纹;加强型钻杆对管材进行端部处理,再加工加强型连接螺纹;薄壁型钻杆采用端部内加厚的特殊薄壁管材制造。

通用型绳索取心钻杆分为 I 型(公制系列)和 II 型(英制系列),两个系列钻杆体的规格通用。通用 I 型绳索取心钻杆以《金刚石岩心钻探绳索取心设备 A 系列(ISO 10097)》为基础,参照该标准的内螺纹大端大径和螺纹长度数值,按照钻杆体内平均直径和外平均直径计算钻杆分中直径,该直径减去径向磨损量作为螺纹长度中点的中径,再推算其余尺寸。螺纹副螺距采用了公制圆整数据;新标准克服了 ISO 10097 标准没有标明螺纹大径的基准点,螺纹长度没有起点、标示不准确,紧密距不够合理等瑕疵。通用 II 型绳索取心钻杆理论上可与 BOART-LONGYEAR 公司英制 Q 系列产品互换,有利于我国绳索取心产品出口。

加强型绳索取心钻杆亦分为 I 型和 II 型。加强 I 型绳索取心钻杆由唐山市金石超硬材料有限公司推荐;加强 II 型绳索取心钻杆以勘探技术研究所承担的国家 863 重点项目研究成果为基础,同时参考吸收了无锡钻探工具厂有限公司测试优化后的数

据。目前,加强 I 型、加强 II 型两种规格的绳索取心钻杆产品已经得到广泛应用,已经逐步成为目前深孔绳索取心钻探主流产品。

薄壁型绳索取心钻杆杆体参考 BOART-LONGYEAR 公司的 V-WALL(Variable Wall Coring Rod)钻杆数据确定。其端部为内部加厚(Internally-Upset),螺纹副几何尺寸与标准中的通用型绳索取心钻杆相同。

2.2 贯标情况评估

通用型绳索取心钻杆分为 I 型(公制系列)和 II 型(英制系列),两个系列钻杆体的规格通用。通用 II 型绳索取心钻杆可与 Q 系列产品互换,能够规避技术知识产权壁垒,有利于我国绳索取心产品出口。加强型绳索取心钻杆亦分为 I 型和 II 型,两种类型的杆体规格不同。加强 I 型适合于深孔和复杂地层使用;加强 II 型多推荐用于深孔、特深孔和复杂地层。目前,加强 I 型、加强 II 型两种规格的绳索取心钻杆产品已经得到广泛应用,已经逐步成为深孔绳索取心钻探主流产品,调研 6 家钻杆生产企业,总体上贯标情况良好。

《钻具标准》中的各型绳索取心钻杆均为直连式,并未对绳索取心钻杆的接头做出规定。根据野外钻探需要,绳索取心钻杆可配加钻杆接头。

薄壁型绳索取心钻杆杆体为端部内加厚的不等壁厚外平钻杆,采用高精度几何尺寸及耐腐蚀性好的管材,钻杆的柔韧性更好。以 N 规格为例,钻杆内径减小 2 mm,重量下降 22%,钻进深度可增加 30%;如配置专用的内管总成,投放打捞速度可提高 50%。薄壁型绳索取心钻杆所需的管材目前国内尚不能规模化生产,主要原因之一是国内外地质钻探需求不大,无钻具制造企业大批量生产。

3 其他钻杆贯标情况

3.1 标准起草依据及相关技术要求

标准在外丝钻杆技术规格方面参考了《水文水井钻探用钻杆(DZ/T 0107—1994)》等标准,引用了《石油钻杆接头螺纹(GB/T 9253.1)》技术标准。同时规定 $\varnothing 60$ mm 外加厚、 $\varnothing 73$ mm、 $\varnothing 89$ mm 锁接头螺纹亦可采用《石油天然气工业 旋转钻井设备 第 2 部分:旋转台肩式螺纹连接的加工与测量(GB/T 22512.2—2008)》中的 NC26、NC31、NC38 螺纹。外丝钻杆规格参数见表 2。

表2 外丝钻杆规格及主要参数(摘自 GB/T 16950—2014)

规格	钻杆外 径/mm	公称内		钻杆加厚部分		接箍外 径/mm	锁接头外 径/mm
		径/mm	径/mm	外径/mm	内径/mm		
内	R-42L	42	33	43	22	57	57
加	R-50L	50	39	51	28	65	65
厚	R-60L	60	48	61	34	75	75
外	R-60V	60	48	69	48	86	86
加	R-73V	73	59	81.8	59	105	105
厚	R-89V	89	69	99	69	118	121

坑道(井下)钻探用外平钻杆参考了《煤矿坑道钻探用常规钻杆(MT/T 521—2006)》技术标准。

内丝钻杆规格和主要参数见表3。与《金刚石岩心钻探钻具设备(GB/T 16950—1997)》相比,保留了R、E、A、B、N规格的钻杆,删除了很少使用的H规格钻杆;同时顶锥式圆柱梯形螺纹连接的钻杆现实中在内丝钻杆亦很少使用,《钻具标准》亦不再列入。

表3 内丝钻杆规格和主要参数(摘自《钻具标准》)

规格	钻杆外径/	钻杆内径/	接头外径/	接头内径/
	mm	mm	mm	mm
R-RG	25	17	26	12
R-EG	33	24	34	14
R-AG	43	33.5	44	16
R-BG	54	44.5	55	22
R-NG	67	57.5	68	30

3.2 贯标情况评估

地质钻探用的外丝钻杆主要用于深孔和孔径较大的钻孔提钻取心或无岩心钻进施工,亦常用于水文地质和水井钻探施工;反丝的外丝钻杆常用于孔内事故处理。

深部地热资源钻探和大直径深水井钻进已经很少使用《钻具标准》规定的钻杆,而是使用石油钻杆。石油钻杆与外丝钻杆相比,杆体无细扣(已淘汰),通过摩擦焊与接头连接;接头无垫叉和提引器缺口。同时,石油钻杆的杆体钢级较高,直径较大,使用较多的大直径的钻杆为 $\varnothing 139.7$ mm($5\frac{1}{2}$ in)。

非开挖施工用钻杆初期亦大量使用外丝钻杆,但因非开挖施工的回拖力和承受的扭矩很高,接头断裂事故率过大,后期进行了强化改进,并形成单独的规格系列。

坑道(井下)钻探用外平钻杆主要用于煤炭井下钻探施工,目前需求量较大。中煤科工集团西安研究院等很多企业均按照本标准和《煤矿坑道钻探用常规钻杆(MT/T 521—2006)》执行。

R、E、A规格的内丝钻杆主要用于浅层钻探取样;A、B、N规格的钻杆主要用于工程地质勘查、环境

地质调查取样。相对其他种类的钻杆,内丝钻杆需求不大,消耗不多,目前尚未采用新标准,目前多使用的是与外丝钻杆杆体直径相同的42和50 mm钻杆。

4 套管贯标情况

4.1 标准起草依据及相关技术要求

套管及配件一章主要参考了美国DCDMA行业协会标准。同时,大口径套管参考了石油套管材资料。套管连接方式分为X系列和W系列。套管口径系列与新标准钻具口径系列相配套,分E、A、B、N、H、P、S、U八个口径,为了与钻孔口径系列对应,并与国际标准接轨,取消了国内历年沿用的 $\varnothing 89$ 、108、127和146 mm四种规格的套管;针对钻孔深不断加大的情况和多年生产实践中出现的问题,本次修订的新标准视不同口径采用了不同的螺纹牙高,即E、A、B、N为0.75 mm, H、P、S、U为1 mm;螺距根据口径系列的不同,也适当进行了修订,即E口径螺距4 mm, A、B、N口径螺距6 mm, H、P、S、U螺距8 mm。相应的牙顶宽尺寸以内螺纹为基础,重新进行了计算。另外,侧隙是螺纹牙型尺寸的设计参数,本标准考虑到该值已在牙顶宽尺寸中反映,未再列入;为使螺纹密封性更高并进一步提高螺纹连接强度,增加 75° 螺纹密封楔角设计;原标准的套管接头长度分别为120、140、170、180 mm等尺寸,本标准统一修订为180 mm,使其长度结构和经济性更合理;本标准中套管材料规格选用依据以GB/T 9808—2008新标准为主,壁厚均大于原标准。

X系列套管管体两端均为内螺纹,通过套管接头连接,接头内径与W系列的套管内径相等,套管柱整体外平;W系列套管管体两端分别加工成内、外螺纹,可直接连接。X系列和W系列套管规格见表4。

表4 新系列地质钻探用套管(摘自《钻具标准》)

X系列 套管	套管外 径/mm	套管内 径/mm	W系列 套管	套管外 径/mm	套管内 径/mm
	C-UX	194		180	C-SW
C-SX	168	155	C-PW	140	126
C-PX	140	127	C-HW	114	99
C-HX	114	104	C-NW	91	80
C-NX	91	82	C-BW	73	61.5
C-BX	73	65	C-AW	58	49
			C-EW	46	39

4.2 贯标情况评估

目前,绳索取心钻探仍以使用原有的 $\varnothing 146$ 、127、108、89 mm规格的带有接头的套管居多,但是

在高原冻土水合物等复杂地层施工,亦有采用 Ø114 mm(C-HX)套管。新系列套管——X和W系列套管尚未全面推广使用,从技术上讲应该是个缺憾。

新规格套管大多数情况下可以避免因目前正在使用的加强钻杆端部壁厚,扩孔器无法通过,需要另加工钻头和扩孔器的问题。不过,由于钻具系列标准中绳索取心钻杆与套管间都存在一种嵌套关系,即上一级钻杆在必要时可作为下一级口径的套管使用,以减少管材的种类。这为用户增加一种选择,可以弥补上述缺憾,但在使用前应评估使用的合理性和风险因素。

目前国内钢管行业尚无新系列套管——X和W系列套管备货。但是很多中小型钢管企业采取了“小批量、多规格、定制化”经营策略,新系列套管预定的价格、交货期完全可以接受。另外,随着钢管行业的科技进步,直缝焊管等钢管的质量、性能完全可以满足地质钻探套管技术要求。据此及套管使用条件判断,套管技术规定贯标相对容易一些。

5 其他贯标情况的调研说明

5.1 钻孔规格代号

由于我国地域辽阔,地层复杂,矿种多样以及泥浆体系差异等客观因素,每个公称口径对应的钻头直径即钻孔的实际口径很可能有所不同,如H规格的钻头外径一般介于91~99 mm之间。《钻具标准》按照国际普遍通行的做法(源于美国,俄罗斯、印度等国均已认可采用),规定了钻孔公称口径代号。此前,在《地质岩心钻探规程(DZ/T 0227—2010)》中也进行了类似规定,但是当时缺少了U、Z两个规格代号。钻孔的公称口径演变及数值参见表5。

表5 钻孔公称口径代号及数值

代号	R	E	A	B	N	H	P	S	U	Z
GB/T 16950—2014	30	38	48	60	76	96	122	150	175	200
GB 3423—82	28	36	46	59	75	91				
GB/T 16950~1—1997	28	36	46	60	76	95	120	146		
DZ/T 0227—2010	30	38	48	60	76	96	122	150		
ISO10098(绳取)(CSSK系列)			46	59	76	93				
长年Q系列(绳取)			48	60	76	96	122			
ISO 3551:1992(A系列)DCDMA	30	38	48	60	76	99	120	146	174	200

5.2 钻具规格代号

长期以来,我国各种类别的钻具没有统一的字母代号。为便于信息化管理和学术交流,根据大多数单位的意见,规定采用大写的汉语拼音字母及阿拉伯数字组合表示钻具的类别、类型等。应当说明,

标准中的钻具代号与产品型号有所不同。企业可将钻具代号作为产品型号,也可自行确定(限于篇幅,参见《钻具标准》中的表2)。

6 结语

《钻具标准》编制初衷是要达到引领钻探行业技术发展,促进钻具产品质量升级,实现钻具型式多样化,有利于钻探技术标准国际化等目的。因此,钻具标准重点是型式、规格系列和螺纹等互换性尺寸的规定。标准发布实施后,钻探施工单位比较关注,钻具制造和管材生产企业极为重视,拟逐步加大产品贯标比重。但是从编制初衷以及钻探机台和技术管理人员的期望角度看,还有很大的落差。

今后,《钻具标准》实施的外部环境和配套工作还要努力跟进。应进一步配套制定螺纹公差配合、螺纹规(检验)、热处理等制造工艺方面的技术规范性文件,满足产品的质量(强度、密封性、寿命)和互换性要求;研究制订地质钻探用钻杆质量标准 and 检测规范。

《钻具标准》在编制过程中做到了上下游行业充分交流与合作,程序上公开透明,技术上百家争鸣,鼓励多层次、多方式参与。作为一项推荐性国家标准实施后,仍将鼓励企业、用户和研究机构对钻探工具的继续探索、优化改进,推动地质钻探钻具行业技术进步。

参考文献:

- [1] 王达.我国地质钻探设备发展战略探讨[J].地质装备,2009,(6):11-15.
- [2] 萧亚民.探矿工程专业标准体系的建立与展望[J].探矿工程,1999,(S1):116-118.
- [3] 况雪军,彭莉.绳索取芯钻杆用无缝钢管标准的解读[J].钢管,2010,(3):71-73.
- [4] DZ/T 0107—1994,水文水井钻探用钻杆[S].
- [5] MT/T 521—2006,煤矿坑道钻探用常规钻杆[S].
- [6] ISO 3551:1992,Diamond core drilling equipment system A[S].
- [7] ISO 8866:1991,Rotary core diamond drilling equipment system C[S].
- [8] ISO 10097:1999,Wireline diamond core drilling equipment system A[S].
- [9] ISO 10098:1992,Wireline diamond core drilling equipment system CSSK[S].
- [10] 况雪军,孙建华.XJY850高强度精密地质管材的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6):28-30.
- [11] 肖红,孙建华,高申友,等.XJY950高钢级绳索取芯钻杆用精密无缝钢管的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(6):12-15.
- [12] 孙建华,况雪军,肖红,等.高钢级绳索取芯钻杆管材残余应力的初步研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(1):43-48.