

DZ

中华人民共和国地质勘查行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

地质钻机通用技术条件

General technical conditions for geological drill rig

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2023.12.30)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 钻机设计的基本要求 2

 4.2 钻机制造的基本要求 3

 4.3 性能要求 3

5 安全要求 3

6 节能环保要求 4

7 试验及方法 4

 7.1 试验前的准备 4

 7.2 外形尺寸测定 5

 7.3 质量测定 5

 7.4 性能测试 5

 7.5 可靠性试验 6

8 检验规则 7

 8.1 检验分类 7

 8.2 型式检验 7

 8.3 型式检验内容 7

 8.4 出厂检验 7

 8.5 出厂检验项目 8

9 标识、包装、运输和贮存 8

附表：测试记录表 9

参考文献 13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

地质钻机通用技术条件

1 范围

本文件规定了地质钻机（以下简称钻机）设计，安全，节能环保，试验及方法，检验规则，标志、包装、运输和贮存等技术要求。

本文件适用于施工能力在N口径（ $\varnothing 76\text{mm}$ ）钻进深度3000m以浅的地质勘探用岩心钻机，其他用途的钻机可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 755 旋转电机 定额和性能
- GB/T 1147.1 中小功率内燃机 第1部分：通用技术条件
- GB/T 3766 液压系统通用技术条件
- GB/T 4025 人-机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器的编码规则
- GB/T 5008.1 起动用铅酸蓄电池 第1部分：技术条件和试验方法
- GB/T 5008.2 起动用铅酸蓄电池 第2部分：产品品种规格和端子尺寸、标记
- GB/T 5008.3 起动用铅酸蓄电池 第3部分：重载车辆产品品种规格和端子尺寸
- GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 7935 液压元件通用技术条件
- GB/T 8196 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
- GB/T 8499 土方机械 测定重心位置的方法
- GB/T 8593.1 土方机械 司机操纵装置和其他显示装置用符号 第1部分：通用符号
- GB 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13802 工程机械辐射噪声测量的通用方法
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 16754 机械安全 急停功能 设计原则
- GB/T 16855.1 机械安全 控制系统有关安全部件
- GB/T 17299 土方机械 最小入口尺寸
- GB/T 17300 土方机械 通道装置
- GB/T 20626.2 特殊环境 高原电工电子产品 第2部分：选型和检验规范
- GB/T 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）
- GB/T 20969.1 特殊环境条件 高原机械 第1部分：高原对内燃动力机械的要求
- GB/T 20969.2 特殊环境条件 高原机械 第2部分：高原对工程机械的要求
- GB/T 21153 土方机械 尺寸、性能和参数的单位与测量准确度
- GB/T 21154 土方机械 整机及其工作装置和部件的质量测量方法
- GB/T 25609 土方机械 步行操纵式机器的制动系统 性能要求和试验方法
- GB/T 28164 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组的安全性要求
- JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
- JB/T 5945 工程机械 装配通用技术条件

3 术语和定义

GB9151界定的术语和定义适用于本文件。

3.1 钻机 drill rig

钻探作业中，用于驱动、控制钻具钻进，并能升降钻具的专用机械。

3.1.1 立轴钻机 spindle type drill

以机械传动为主，具有立轴回转器结构的钻机。

3.1.2 液压动力头钻机 spindle type drill

采用液压传动的动力头钻机。

3.1.3 顶驱钻机 top drive drill

采用顶驱结构形式，通过升降系统控制钻压，可接立根钻进的钻机。

3.1.4 可移动钻机 portable drill rig

主要钻探设备安装在轮式或履带式底盘上的移动钻机。

3.2 动力机 power engine

为钻探设备提供动力的设备或设备单元。

3.3 卷扬机 hoist

用卷筒缠绕钢丝绳通过滑轮（组）进行钻具升降作业的机械装置。

3.4 给进机构 feeding mechanism

钻进作业时控制钻压和给进速度的装置。

3.5 绳索取心绞车 wireline drawwork

用于升降绳索取心钻具内管总成的专用绞车。

4 技术要求

4.1 钻机设计的基本要求

4.1.1 钻机应符合本文件的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

4.1.2 钻机用内燃动力机应符合 GB/T 1147.1 规定，启动用蓄电池应符合 GB/T 5008.1、GB/T 5008.2、GB/T 5008.3 的规定。

4.1.3 钻机用电机的定额和性能应符合 GB/T 755 的规定。

4.1.4 钻机液压系统的设计应符合 GB/T 3766 的规定。

4.1.5 钻机液压元件应符合 GB/T 7935 的规定。

4.1.6 钻机电气系统的设计应符合 GB/T 5226.1 的规定。

4.1.7 钻机操作的人机界面标志标识应符合 GB/T 4025 的规定。

4.1.8 设置有通道装置的钻机应符合 GB/T 17300 的规定。

4.1.9 用于检查、调整和维修用的最小开口尺寸应符合 GB/T 17299 的规定。

4.1.10 卷扬机的钢丝绳宜选用非旋转钢丝绳，应符合 GB 8918 的规定。

4.1.11 绳索取心绞车应配备排绳装置，钢丝绳宜选用非旋转钢丝绳。

4.1.12 钻机应能在 - 20℃~40℃的环境温度下正常工作。

4.1.13 各操控手柄、手轮、按钮、旋钮应设计在便于操控的位置，操纵符号应符合 GB/T 8593.1 的规

定。

- 4.1.14 钻机宜配备钻进参数仪表，并置于便于观察的位置。
- 4.1.15 应在方便操作者的位置安装急停装置，并应符合 GB/T 16754 的规定。
- 4.1.16 给进机构应具备加压钻进和减压钻进功能，给进压力与速度能无级调节。
- 4.1.17 钻机的电气系统应有过载保护装置和漏电保护装置。
- 4.1.18 可移动钻机应安装移位行走的照明装置，在黑暗环境下移动方向 7m 处的照度不应小于 10lx。
- 4.1.19 可移动钻机行走制动性能应符合 GB/T 25609 的规定。
- 4.1.20 钻机的形体设计应符合道路运输要求；可移动钻机的设计应符合有关道路车辆的标准及规章。
- 4.1.21 人力搬运的模块化钻机可快速拆装的模块最大重量（ $\leq 180\text{Kg}$ ）和形体应便于进场运输。
- 4.1.22 履带式可移动钻机的行驶速度和爬坡能力应考虑整体设备的稳定性，优选最大设计速度不应大于 6km/h，最大爬坡能力不应小于 40%。
- 4.1.23 高原地区使用的钻机设计配套内燃动力机械性能应符合 GB/T 20969.1 的规定。
- 4.1.24 高原地区使用的钻机设计配套电动机应符合 GB/T 20626.2 的规定。
- 4.1.25 应在钻机相应或明显位置设置操纵、吊装、安全标志和润滑示意图。

4.2 钻机制造的基本要求

- 4.2.1 钻机的结构件、标准件、加工件及材料的技术指标和质量均应符合设计要求，并检验合格。
- 4.2.2 钻机焊接件的技术要求应符合 JB/T 5943 的规定。
- 4.2.3 钻机液压系统的制造、安装及配管应符合 GB/T 3766 的规定。
- 4.2.4 钻机电气系统的线路应连接良好，各种仪表、开关、按钮应布置合理，便于操作。
- 4.2.5 钻机装配要求应符合 JB/T 5945 的规定。
- 4.2.6 钻机所有的管路和电缆应排列整齐、固定可靠，不应出现磨损、干涉现象。

4.3 性能要求

- 4.3.1 最大输出扭矩和最高回转速度允许偏差不应超过 $\pm 3\%$ 。
- 4.3.2 最大给进力和最大起拔力允许偏差不应超过 $\pm 5\%$ 。
- 4.3.3 钻机的机械传动箱油温不应超过 80℃，温升不得超过 40℃，正常工作下噪声不应超过 85Db(A)。
- 4.3.4 液压系统应具有良好的密封性无渗漏，液压油的工作温度不应高于 80℃。
- 4.3.5 卷扬机应具备可靠的制动装置。
- 4.3.6 起升用卷扬机应具备随动性能。
- 4.3.7 具有恒钻压钻进功能的钻机，恒钻压钻进时应保证钻压的控制精度小于 $\pm 3\text{kN}$ 。
- 4.3.8 具有恒钻速钻进功能的钻机，恒钻速钻进时应保持钻进速度控制精度小于 $\pm 5\%$ 。

5 安全要求

- 5.1 控制系统的安全设计应符合 GB/T 16855.1 的规定，接、卸钻杆机构应安全可靠。
- 5.2 操作者可能触及的传动、高温、电路等危险区域或部件应加防护装置，安全防护装置的设计应符合 GB/T 8196 要求。

- 5.3 可能导致危险的操作装置应具备防止误操作功能。
- 5.4 钻机有潜在危险的部位应有安全标志，并符合 GB 20178 的规定
- 5.5 钻机应配有行走时的警示鸣笛装置或可视警示信号。
- 5.6 钻机电气设备应设有接地保护装置，接地电阻不应大于 4Ω。
- 5.7 钻机主升降液压缸、动力头摆动液压缸、钻架倾斜液压缸、翻盖液压缸和液压固定器液压缸等受力液压件应能停在任意位置并可靠地自锁。
- 5.8 液压系统回路应设置安全溢流阀。
- 5.9 电动机传动的钻机在系统中应配置过载装置，并要防潮、防水和防人身触电。
- 5.10 钻机配置的照明设备，应采用 36V 以下的安全电压。
- 5.11 卷扬机构的钢丝绳安全系数不应小于 2.5；钻机卷扬机容绳量，应保证在起吊时至少保证 3 圈钢丝绳缠在滚筒上。
- 5.12 自动化钻机应具备电子围栏或其他保障施工区域人员安全预警技术手段。
- 5.13 自动化钻机应具备系统安全判断能力，包括但不限于设备和流程的安全诊断。
- 5.14 智能化钻机控制逻辑优先级永远低于操控者的人工控制。

6 节能环保要求

- 6.1 钻机应轻量化设计，采用高效率的动力机械，使用选用节能、环保材料；应尽可能模块化、小型化、轻便化，减少占地面积。
- 6.2 钻机作业时辐射噪声功率极限值应符合表 1 的规定。

表1 辐射噪声功率极限值

发动机功 kw	>50~65	>65~80	>80~100	>100~130	>130~160	>160~200
声功率级 dB(A)	≤110	≤112	≤114	≤116	≤118	≤120

- 6.3 距钻机 5m 处的工作噪声不应超过 95dB(A)。
- 6.4 钻机的设计应考虑到技术进步将振动对操作员的危害降到较低水平。
- 6.5 在钻进期间影响到操作员（操作员在操作业位置以坐姿和站姿）全身振动值应按规定进行检测并应在操作手册中予以说明。
- 6.6 内燃机的排气污染物排放限值应符合 GB 20891 的规定。

7 试验及方法

7.1 试验前的准备

7.1.1 资料准备

- 试验样机应具备下列技术文件：
- a) 产品使用说明书及维护保养手册；
 - b) 产品执行标准；
 - c) 试验大纲。

7.1.2 样机准备

试验前样机应做如下准备：

- a) 在试验前应按规定加注燃油、液压油、冷却液、润滑油等；
- b) 备好试验所需合格的量具，测量准确度应符合 GB/T 21153 的规定。

7.1.3 试验要求

样机试验应按下列要求进行：

- a) 试验过程中应严格按照样机说明书的规定对样机操作及维护保养；
- b) 试验过程中发生故障时应立即停止试验，待故障排除后可继续进行试验；
- c) 各种测量的数据在无特殊说明时，取不少于三次测量的平均值；
- d) 温升试验时的环境温度变化不大于 5℃。

7.2 外形尺寸测定

7.2.1 测定条件

试验场地应为平坦、坚实、干燥的水平地面，各项坡度应小于0.5%，平整度应小于3mm/m²，其最小面积应大于试验样机工作状态所需的场地。

7.2.2 测定内容

样机的外形尺寸测定应包括：

- a) 整体式样机分别测定处于运输状态和工作状态尺寸时的外形尺寸；
- b) 分体式样机测量单体模块运输状态和工作状态时的外形尺寸，组装后测量整机的工作状态时的尺寸；
- c) 测量样机工作状态时钻进角度范围；
- d) 将测定结果记入附表 1、附表 2。

7.3 质量测定

7.3.1 测定条件

样机质量测定时样机应符合以下条件：

- a) 样机处于运输状态；
- b) 样机的液压油、润滑油、冷却液等应加注到规定的液位。

7.3.2 测定内容

样机应进行以下内容测定：

- a) 整机质量测定方法：按照 GB/T 21154 的规定进行，将测定结果记入附表 1；
- b) 重心位置测定方法：按照 GB/T 8499 的规定测出运输状态和工作状态的重心位置。也可以测试加计算的方法求出重心位置。

7.4 性能测试

7.4.1 空运转试验

对样机所有功能进行空运转试验，观察是否存在异常卡阻、振动、噪声等情况，异常情况解决后可进行下一项测试。

7.4.2 液压系统密封性试验

保持样机液压系统在额定压力状态下运行，检查液压元器件、接头、管路等部位是否有液压油漏出，15min超过1滴为漏油，不足1滴为渗油，数据记录入附表3。

7.4.3 温升测试

对样机齿轮箱、回转器承载轴承位置及液压油箱等进行温度测定，样机启动后每间隔15min测量一次，当连续3次测量结果之间相差不足1℃时停止测量，数据对应记录入附表4，附表5，附表6内。

7.4.4 噪声测试

样机测试前应测量对应点位的环境噪声，设备空运转噪声应符合GB/T 13802规定。

7.4.5 回转性能测试

样机回转性能测试应包括：

- a) 对样机回转转速进行测量，符合 4.3.1 规定，测试数据记录在附表 7 内；
- b) 将钻机回转档扭进行测量，符合 4.3.1 规定，测试数据记录在附表 8 内。

7.4.6 最大起拔力和给进力试验

样机在额定工作状态下分别测试最大起拔力和最大给进力，符合4.3.2规定，测试数据记录在附表9内。

7.4.7 卷扬最大提升力测试

用试验专用钢丝绳测试卷扬最大提升力，重复测试不少于3次，取其平均值为卷扬最大提升力，符合4.3.5和4.3.6规定，测试数据记录在附表10内。

7.5 可靠性试验

7.5.1 试验条件

7.5.1.1 可靠性试验应在专用试验场或实际施工现场进行。

7.5.1.2 可靠性试验累计作业时间不应少于 250h，并将试验日期、故障、维修保养、修复等情况进行记录在附表 11 内。

7.5.2 可靠性指标计算

7.5.2.1 可靠度

可靠度按公式(1)计算。

$$R = \frac{t_0}{t_0 + t_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

R——可靠度；

t_0 ——累计作业时间，单位为小时(h)；

t_1 ——修复故障的时间总和，单位为小时(h)。

注： t_0 、 t_1 均不含规定的保养时间。

7.5.2.2 平均无故障工作时间

平均无故障工作时间按公式(2)计算。

$$MTBF = \frac{t_0}{r_b} \quad (2)$$

式中：

MTBF——平均无故障工作时间，单位为小时(h)；

r_b ——试验中出现的当量故障次数，其值按公式(3)计算。

$$r_b = \sum_{i=1}^4 n_i \varepsilon_i \quad (3)$$

式中：

n_i ——出现第 i 类故障的次数；

ε_i ——第 i 类故障的危害度系数，见表 2。

当 $r_b < 1$ 时，令 $r_b = 1$ 。

表2 故障及其危害度系数

故障分类	故障名称	故障特征	故障举例	危害度系数
1	致命故障	严重危及或导致人身伤亡；重要机构严重损坏，不能修复，造成重大经济损失。	电动机、发动机或液压主泵损坏；车架严重变形；钻桅、导轨断裂；主、副卷扬机构钢丝绳断裂或钻杆折断等导致人身伤亡事故等。	∞
2	严重故障	严重影响产品功能，使性能下降，需更换外部主要零件或拆开机体更换内部零件，修理时间长(超过 8h)，维修费用高。	液压泵或液压马达损坏；变速箱齿轮打坏；受力构件焊缝开裂；钻桅严重变形、链条断裂不能工作等。	3.0
3	一般故障	明显影响功能，必须停机检修；可用随机工具更换一般外部零件，维修时间不超过 4h，维修费用中等。	电器开关烧坏；减速机或液压系统漏油；重要受力紧固件松动、进给液压缸漏油损坏、支腿液压缸内泄等。	1.0
4	轻度故障	轻度影响功能，需更换或修理零件，用随机工具可以在 1h 内排除。	轻度渗油、渗水；一般紧固件松动；指示灯损坏、操纵手柄损坏等。	0.1

7.5.2.3 首次故障前工作时间

首次故障前工作时间按公式(4)计算。

$$MTTFF=t_r$$

(4)

式中:

MTTFF——首次故障前工作时间，单位为小时(h);
t_r——首次故障(当量故障次数 r=1 时)发生前的累计作业时间，单位为小时(h)。

8 检验规则

8.1 检验分类

钻机检验分为型式检验和出厂检验。

8.2 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制、定型或鉴定时；
- b) 正式生产后（或正常生产过程中），因主要结构、关键工件材料、制造工艺或其他生产条件发生重大变化，可能影响产品性能时；
- c) 出厂检验与上次型式检验有较大差异时；
- d) 成批生产的产品每到三年时；
- e) 产品停产两年及以上恢复生产时；
- f) 国家质量监督机构提出型式检验要求时；
- g) 用户有特定需求时。

8.3 型式检验内容

型式检验的内容应包括：

- a) 型式检验项目应包括本标准规定的技术内容；
- b) 型式检验的样机应从出厂检验合格的产品中随机抽取 1-2 台。

8.4 出厂检验

每台钻机均应进行出厂检验，由质量检验部门检查合格并附有产品合格证后方可出厂。

8.5 出厂检验项目

出厂检验项目应包括：

- a) 涂漆外观质量；
- b) 焊接外观质量；
- c) 装配的正确性和完整性；
- d) 标牌、操纵标志和润滑示意图；
- e) 安全标志；
- f) 液压系统密封性；
- g) 照明及信号装置；
- h) 空运转试验。

9 标识、包装、运输和贮存

9.1 标识

9.1.1 钻机应在机身明显位置固定标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的要求。

9.1.2 标牌内容

标牌应包括以下内容：

- a) 制造厂商名称和地址；
- b) 产品名称和型号；
- c) 主要技术参数（包括重量和尺寸）；
- d) 生产编号；
- e) 生产日期。

9.2 钻机采用裸装，对需要防护的部位应进行包扎。

9.3 随机工具、备件、随机文件的包装应有防雨、防潮措施。

9.4 出厂时随机文件

钻机出厂时随机文件应包括：

- a) 产品合格证；
- b) 使用说明书；
- c) 装箱单；
- d) 零件手册；
- e) 主要配套件使用说明书。

9.5 钻机的包装应符合 GB/T 13384 的规定。

9.6 钻机运输时，应符合铁路、公路及水路交通部门的有关规定。

9.7 钻机长期存放时，应切断电源，放置于通风、防潮及有消防设施的场所，并按产品使用说明书的规定进行保养。

附表：测试记录表

附表 1 运输状态外形尺寸及质量测定记录表

样机型号		制造商名称				
出厂编号		试验人员				
试验日期		试验地点				
测定项目		测定值				备注
		1	2	3	平均	
运输状态 外形尺寸	长/mm					
	宽/mm					
	高/mm					
整机/部件质量/kg						

附表 2 工作状态外形尺寸及质量测定记录表

样机型号		制造商名称				
出厂编号		试验人员				
试验日期		试验地点				
测定项目		测定值				备注
		1	2	3	平均	
工作状态 外形尺寸	长/mm					
	宽/mm					
	高/mm					
钻进角度/度						

附表 3 液压系统密封性试验记录表

样机型号	_____	试验日期	_____
出厂编号	_____	试验人员	_____
环境温度	_____	试验地点	_____
测试项目	处数	备注	
渗油			
漏油			

附表 4 齿轮箱油温温升试验记录表

样机型号	_____	试验日期	_____
出厂编号	_____	试验人员	_____
平均气温	_____	试验地点	_____
测量次数	油温测量值 ℃	备注	
1		首次测量值	
2			
3			
4			

上表（续）

...		
平均值（最后三次）		
温升		

附表 5 齿轮箱轴承温升试验记录表

样机型号_____

出厂编号_____

平均气温_____

试验日期_____

试验人员_____

试验地点_____

测量次数	轴承 1 温度测量值℃	轴承 2 温度测量值℃	
1	初始测量值	初始测量值	初始测量值
2			
3			
4			
...			
平均值（最后三次）			
温升			

附表 6 液压油油温试验记录表

样机型号_____

出厂编号_____

平均气温_____

试验日期_____

试验人员_____

试验地点_____

测量次数	油温测量值 ℃	备注
1		
2		
3		
...		
平均值（最后三次）		

附表 7 最大输出转速测定记录表

样机型号_____ 试验日期_____

出厂编号_____ 试验人员_____

试验场风速_____ 试验地点_____

测试次数	测定值 r/min	设计转速 r/min	执行标准规定转速 r/min
1			
2			
3			
平均值			

附表 8 最大输出扭矩测定记录表

样机型号_____ 试验日期_____

出厂编号_____ 试验人员_____

试验场风速_____ 试验地点_____

测试次数	输出轴转速 r/min	动力头输出扭矩 kN·m	设计扭矩 kN·m	执行标准规定扭矩 kN·m
1				
2				
3				
4				
5				
最大输出扭矩				

附表 9 最大起拔力和给进力测定记录表

样机型号_____ 试验日期_____

出厂编号_____ 试验人员_____

平均气温_____ 试验地点_____

试验场风速_____

测试项目	液压缸缸径 D mm	活塞杆直径 d mm	无杆腔压力 p_1 MPa	有杆腔压力 p_2 MPa	最大起拔/给进力计算值 kN
最大起拔力					
最大给进力					

附表 10 卷扬最大提升力测定记录表

样机型号_____ 试验日期_____

出厂编号_____ 试验人员_____

平均气温_____ 试验地点_____

试验场风速_____

测试项目	测定值			平均值	备注
	1	2	3		
卷扬 1 最大提升力					
卷扬 2 最大提升力					
.....					

附表 11 可靠性试验记录表

制造商名称_____

产品型号_____

出厂编号_____

试验日期_____

试验人员_____

试验地点_____

测试项目				作业 时间 h	修复 时间 h	维护保 养时间 h	修复			维修保 养事项	备注
年	月	日	气温				修复 事项	故障 性质	危害度 系数		

参 考 文 献

- [1] GB/T 9151 钻探工程名词术语
 - [2] DZ/T 0051 地质岩心钻机型式与规格系列
 - [3] JB/T13014 全液压岩心钻机
 - [4] JB/T10344 动力头式钻机
 - [5] JB/T10548 水平定向钻机
 - [6] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京：地质出版社，2009.
 - [7] 王达等. 地质钻探手册[M] . 湖南：中南大学出版社，2014.
-