

石油技工学校统编教材

钻井地质操作训练指导书

中国石油天然气总公司劳资局组织编写

石油工业出版社

内 容 提 要

本书共分八个项目，主要内容有：模拟地质预告设计、钻具准备及钻具管理、钻时及钻井液录井、岩心及岩屑描述、综合解释岩性及油（气）水层、完井地质图件绘制及含油（气）岩心、岩屑试验等。

本书除可作为钻井地质专业的统编教材外，也可供职工培训及现场工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

钻井地质操作训练指导书/ 中国石油天然气总公司
劳资局组织编写 .

北京：石油工业出版社，1998.3

石油技工学校统编教材

ISBN 7 - 5021 - 2216 - 8

. 钻...

. 中...

. 石油钻井 - 工程地质 - 技术学校 - 教材

. TE14

中国版本图书馆 CIP 数据核字（98）第 00700 号

石油工业出版社出版

（100011 北京安定门外安华里二区一号楼）

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 4 印张 103 千字 印 1 - 2000

1998 年 3 月北京第 1 版 1998 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7 - 5021 - 2216 - 8 TE·1858

定价：6.00 元

前 言

本书是根据中国石油天然气总公司劳资局 1996 年 4 月重新修改审定的石油技工学校《钻采地质专业基本技能训练大纲》编写的。

本书由中国石油天然气总公司劳资局组织编写，江苏石油勘探局技工学校余耀富任主编。

参加本书编写的有：新疆石油管理局克拉玛依技工学校贾国成（项目一）；大港石油管理局技工学校宋功彪（项目二和项目三中的课题一、二、三、四）；江苏石油勘探局技工学校赵立新（项目四中的课题一、六、七），于勤然（项目五、项目六），余耀富（项目七和项目四中的课题二、三、四、五）；大庆石油管理局技工学校石红萍（项目三中的课题五部分内容、项目八），赵嗣信（项目三中的课题五部分内容）。

有关岩矿鉴定的内容，各校可根据《钻采地质专业基本技能训练大纲》及具体情况，自行制定实习训练计划，本教材不另作安排。

由于编者水平有限，书中难免出现缺点和错误，希望各校师生和读者提出宝贵意见。

编 者

1997 年 2 月

目 录

项目一 模拟地质预告设计	(1)
课题一 收集和熟悉地质资料	(1)
课题二 地质预告图的绘制	(4)
项目二 钻具准备及钻具管理	(6)
课题一 初步识别常用钻具	(6)
课题二 丈量钻具	(14)
课题三 钻具记录与管理	(17)
项目三 钻时及钻井液录井	(20)
课题一 简易钻时录井装置的安装与校正	(20)
课题二 方入丈量与计算	(22)
课题三 钻时记录与计算	(27)
课题四 绘制钻时曲线及其应用	(29)
课题五 钻井液常规性能的测定和曲线绘制	(32)
项目四 岩心及岩屑描述	(40)
课题一 岩心的描述	(40)
课题二 碎屑岩岩心的描述	(43)
课题三 非碎屑岩岩心的描述	(51)
课题四 岩心录井草图的编绘	(65)
课题五 岩屑描述方法和内容	(68)
课题六 岩屑的挑样	(74)
课题七 岩屑录井草图的编制	(75)
项目五 描绘测井曲线	(79)
项目六 综合解释岩性及油（气）水层	(82)
课题一 综合解释岩性剖面	(82)
课题二 综合解释油、气、水层	(84)
项目七 完井地质图件绘制	(89)
课题一 绘制岩屑综合录井图	(89)

课题二	绘制岩心综合录井图.....	(98)
课题三	绘制井身结构示意图	(104)
课题四	绘制井斜水平投影图	(107)
项目八	含油（气）岩心、岩屑试验	(112)
课题一	含油岩心、岩屑的滴水试验	(112)
课题二	含油岩心、岩屑的氯仿试验	(113)
课题三	岩心的含气试验	(115)
课题四	含油岩心及岩屑的荧光试验	(116)
参考文献	(122)

项目一 模拟地质预告设计

由于各类井的钻井目的不同，其地质预告设计的内容及要求也不完全一样，但设计所考虑的因素及设计方法和步骤大体相似。现以探井为例，介绍模拟钻井地质预告设计。

地质预告设计应根据上级批准的勘探方案以及下达的钻探目的和任务编制。探井的地质预告设计是在布井总体方案确定后进行的。

课题一 收集和熟悉地质资料

一、准备工作

1) 组织学生复习《钻井地质》教材中有关探井地质预告设计的内容。

2) 室内阅读资料和野外踏勘剖面的准备。

3) 备用的资料和用具：记录本、铅笔、橡皮、绘图仪、绘图纸、绘图墨水、绘图笔、直尺、换算表、 头、罗盘、尺以及区域地形地质图、构造图、地层剖面图等。

二、内容与操作步骤

1. 区域地质资料收集

1) 收集地层综合柱状剖面图以及有关的地层研究报告。对新探区应到盆地边缘踏勘剖面 and 采集样品。

查清设计井区可能钻遇的地层层序、接触关系、岩性组合特征、岩性标准层、地层厚度等；了解生、储、盖组合条件，推测出设计井区可能出现的油、气显示层；了解地层岩性的可钻性及对钻井液的影响；从中找出易斜、易塌、易喷、易放空、易漏、易造浆及易膨胀井段。

2) 收集构造井位图、地质构造剖面图、标准层或目的层的

顶面（或底面）构造图等资料。了解构造性质、本井所处构造部位以及有无断层、地层产状变化等情况。还要收集通过本井的地震剖面图，了解反射资料情况，地震标准层特征及地层产状等。

3) 收集本区油、气、水资料。了解本井区油、气、水性质，油、气、水纵向组合关系以及油、气、水层的压力。

2. 邻井地质资料收集

1) 收集邻井地层剖面图、地层对比图以及钻时、钻井液、气测、电测等资料，熟悉地层岩性特征，岩性组合规律，岩性标准层、标志层特征，分析岩电关系，研究地层分层标志，掌握分层界线。

2) 收集邻井的井斜资料和钻井液的使用情况。分析井斜规律，判断本井易斜井段和井斜方位。预测本井各层段钻井液使用性能要求。

3) 收集邻井油、气显示和试油资料，预测本井油气层以及油水关系。

4) 收集有关地质和工程方面的资料，并进行分析研究。预测本井可能出现的易斜、易塌、易漏、易喷的井段及各种复杂情况，并提出防范措施。

3. 对收集的资料作出构造横剖面图

1) 对收集的资料经过去伪存真、由表及里的分析研究，应用地形地质图、构造图及已完钻井地层资料，作出通过设计井的构造横剖面图，由该图按钻穿的最终目的层确定完钻井深及该井所穿过的地层剖面。根据完钻井地层实际资料推测设计井的剖面岩性和厚度，各系、统、组、段的地层界线及油、气显示层段。推测时应充分考虑设计井所处构造位置及因断层的影响可能产生的岩性和厚度的变化。然后根据钻探目的，确定全井录井项目及工作要求。

2) 根据油层压力，油、气、水显示情况，分段确定出本井钻井液性能的要求。

3) 根据钻探目的及预测油、气、水层位置等，确定本井的

井身结构。

4) 根据邻井钻井实践, 结合设计井地层特点, 提出工程故障提示。

5) 根据对某构造已有完钻井资料进行新井剖面设计。

在新探区钻井资料不足的情况下, 应利用通过设计井的地震剖面和构造图及附近地面露头资料设计井深和地层剖面。简言之, 从已知井的地震测线闭合追层到未知井(设计井)的地震测线, 便可得设计井的井深和地层剖面。

三、注意事项

1) 密切注意本区岩层厚度及地层产状的变化规律, 各类构造形态、延伸情况和地层接触类型。

2) 要注意地震剖面标准层和钻井资料中的对应标准层的深度误差。

3) 了解邻井各层段的岩性、厚度及标志层的位置。这是控制本井设计层厚度、完钻井深及提出录井要求和施工措施的依据。

4) 收集资料要仔细认真, 计算要准确, 不得出现错、漏现象。

在上述工作基础上作出地质预告, 并绘制预告图。

四、考核标准

考核项目	标准分	评分标准	得分
收集和熟悉地质资料	资料	20	应收集的资料缺一不可, 若漏、缺一种扣 5~10 分
	剖面地层界线	30	组、段、层界线要准, 错一处扣 5 分; 标准层、标志层、特殊层界不清者扣 5 分; 各组、段、层主要岩性不清者扣 5~10 分
	油、气、水层	30	油、气、水层位置不准者扣 5~10 分; 油、气、水层岩性不清者扣 5~10 分; 油、气显示层段不清者扣 5~10 分
	故障提示	20	易斜井段不清者扣 5 分; 易塌、易漏、易卡等情况不清者扣 1~5 分

课题二 地质预告图的绘制

地质预告图是指导钻井和取全取准地质资料的重要措施之一。准确及时地预告可以提高钻井速度和录井工作质量，并及时发现油气显示层和保护油气层，减少钻井事故，使钻井工作优质、安全、快速地进行。所以，地质预告图要绘得准确、醒目。

一、准备工作

1) 备用资料：本井的地质设计，预告地层剖面岩性及厚度，预告的油、气、水层井段及显示资料，复杂情况及故障提示资料等。

2) 备用文具：直尺、铅笔、橡皮、绘图纸、绘图笔、绘图墨水、绘图仪等。

二、内容与操作步骤

1) 根据绘图井井深确定比例尺。

2) 用宽 25cm 不透明计算方格纸，按预告图格式绘制图框，写好图名。预告图头格式如图 1—1 所示。

× × × 井地质预告图

比例尺：1 × × ×

地 层					井 深 m	地 层 倾 角 (°)	岩 性 剖 面	预 计 油 气 水 层 位 置	故 障 提 示	备 注
界	系	统	组	段						
1	1	1	1	1	-2-	1.5	-2.5-	-1.5-	-2.5-	-2.5~3-

注：图中所示尺寸单位为厘米。

图 1—1 地质预告图头格式

3) 标井深。

4) 按设计井的分层数据，在预告图上卡出分层界限，并写出地层名称。

5) 根据区域和邻近实钻井资料，作出设计井的地层剖面，油、气显示层按其岩性、厚度绘到预告图中的岩性剖面栏内，并按统一规定的图例绘制。

6) 把邻井在钻井过程中所发生过事故作为设计井的故障提示, 用符号标注在故障提示栏内的相应位置上。

7) 在预计油、气、水层位置栏内, 在相应井深标明预计油、气、水层层位。

8) 参考井井号及其特殊情况, 均可在备注栏内相应位置加以注明。

9) 在图的下方, 应醒目地绘上所使用的图例符号, 并注明代表的意义。

同时, 选择适当位置写上编绘日期, 编绘人等项内容。图上内容可根据具体情况增减。

三、注意事项

1) 综合分析时, 要广泛应用区域和邻井资料, 准确确定地层界限、岩性、标准层、标志层和油气显示层层位。

2) 有高压油、气、水层时要预告压力资料, 并提出钻井液性能要求及防喷措施。

3) 故障提示要标出预计井深、故障性质说明及预防措施。

4) 图上各项内容的资料要达到全和准。

5) 预告图上的汉字填写, 一律用仿宋体书写。图幅要清晰、整洁美观。

四、考核标准

考核项目	标准分	评分标准	得分
地质预告图的绘制	图头格式 (按油田规定格式)	20	不按规定格式或内容不全者各扣 5 分
	剖面	40	剖面未按设计分层数据卡分层界, 错一层扣 1~5 分; 岩性与设计剖面相符, 不符一层扣 1~5 分
	油、气、水层及显示段	15	未标油、气、水层及油、气显示层段者, 未标一层扣 1~5 分
	故障提示	15	未标出故障井段、故障性质之一者扣 5 分
	图例	10	未按统一图例绘制, 发现一个扣 1~2 分

项目二 钻具准备及钻具管理

钻具既是钻井的工具，也是丈量井深的尺子。钻具管理是取全、取准各项地质资料的基础工作。因此，井口地质人员对钻具管理工作应特别重视，以保证钻具丈量、计算和井深正确无误。

课题一 初步识别常用钻具

下井钻具通常是钻头、钻铤、钻杆和各种接头等的总称。此外，在取心钻井时，钻具还包括岩心筒和取心钻头。

一、准备工作

1) 学生复习《钻井地质》教材中有关钻具部分内容，熟悉各种钻具的名称、结构与外形特征。

2) 校内实习井场应备有方钻杆、钻杆、钻铤、接头、钻头等。

二、内容与操作步骤

1. 钻头

钻头可分为刮刀钻头、牙轮钻头、金刚石钻头以及特殊用途的特种钻头等几大类，现场普遍使用的是刮刀钻头和牙轮钻头。

(1) 刮刀钻头的类型及结构

1) 按其翼数的多少可分为两翼（俗称鱼尾）刮刀钻头、三翼和四翼刮刀钻头，最常见的是三翼刮刀钻头。

2) 根据刀翼形状可分为平底式钻头和阶梯式钻头两种，三翼刮刀钻头外形如图 2—1 所示。

3) 结构：刮刀钻头由上钻头体、下钻头体、水眼（喷嘴）、刀翼四部分组成。

(2) 牙轮钻头的类型及结构

1) 按牙轮数量可分为单牙轮钻头、双牙轮钻头、三牙轮钻

头和多牙轮钻头。现场使用最多的是三牙轮钻头。

2) 三牙轮钻头由于牙齿结构不同,有铣齿和镶齿之分。三牙轮钻头外形见图 2—2 所示。

图 2—1 三翼刮刀钻头外形

图 2—2 三牙轮钻头外形

3) 结构:三牙轮钻头由钻头体、巴掌、牙轮、轴承和水眼等五部分组成。针型牙轮钻头还有储油补偿系统、密封装置及特殊结构的喷嘴等。

(3) 金钢石钻头

1) 按金钢石钻头使用地层不同可分为普通金钢石钻头(适用于极坚硬和研磨性高的地层)和金钢石复合片钻头(适用于软至中硬地层)两大类。其外形见图 2—3 所示。

2) 结构:金钢石钻头一般由钢体、胎体、喷嘴、金钢石复合片或颗粒等组成。

2. 方钻杆

(1) 特点

1) 方钻杆的横截面呈正方形(或六边形)。

2) 比钻杆、钻铤长 2 ~ 3m。

图 2—3 金钢石钻头外形

3) 两端螺纹旋向相反 (一般上端为正规反扣, 下端为贯眼或内平正扣)。

4) 具有较大的抗拉、抗扭强度。

(2) 类型

根据方钻杆两端连接接头的不同可分为有细牙和无细牙两种。目前, 石油钻井中常用的方钻杆有边宽为 64、76、89、108、121、133mm 的国产方钻杆和边宽为 63.5、76.2、88.9、107.95、133.35mm 的 API 方钻杆。

3. 钻杆

(1) 特点

钻杆均用同级合金钢的无缝钢管制成, 两端装有互相连接用的接头, 一般长为 8~12m。

(2) 类型

按加厚形式钻杆可分为内加厚、外加厚、内外加厚三种, 如图 2—4 所示。

图 2—4 钻杆加厚形式

(a) 内加厚; (b) 外加厚; (c) 内外加厚

其常用外径有 114.3mm (4)、127mm (5)、139.7mm (5) 等。

4. 钻铤

钻铤有如下特点:

- 1) 壁厚一般为 38~53mm, 相当于钻杆壁厚的 4~6 倍。
- 2) 质量大, 一般每米比同长度钻杆重 4~5 倍。
- 3) 单根钻铤无外形变化。

4) 钻铤两端都是粗牙，大多数一端为外螺纹，一端为内螺纹。石油钻井中常用外径为 105、121、133、146、159、165、178、203mm 的钻铤。

5. 接头

(1) 钻杆接头

1) 有细牙钻杆接头：一端为内螺纹，一端为粗牙（内螺纹或外螺纹），其内细牙螺纹端可分别与钻杆两端细牙烘装在一起，不再拆卸。

2) 无细牙钻杆接头：一端无螺纹，一端为粗牙（内螺纹或外螺纹）。无螺纹端与钻杆本体加厚处对焊而成。

3) 根据钻杆接头内径和钻杆本体内径的关系，钻杆接头可分为内平、贯眼、正规三类。

内平式接头：接头内径（ d_1 ）、钻杆加厚部分内径（ d_2 ）和钻杆管身部分的内径（ d_3 ）相等，如图 2—5 所示。

图 2—5 内平式接头

1—管身；2—加厚部分；3—外接头；4—内接头

贯眼式接头：接头内径（ d_1 ）与钻杆加厚部分内径（ d_2 ）相同，但小于钻杆管身部分内径（ d_3 ），如图 2—6 所示。

正规式接头：接头内径（ d_1 ）小于钻杆加厚部分内径（ d_2 ），钻杆加厚部分内径又小于钻杆管体的内径（ d_3 ），如图 2—7 所示。

(2) 接头的识别

根据接头的类型可用以下方法来识别。

1) 三位数字法：第一位数代表接头本体公称尺寸的整数部

图 2—6 贯眼式接头

1—管身；2—加厚部分；3—内接头；4—外接头

图 2—7 正规式接头

1—管身；2—加厚部分；3—内接头；4—外接头

分，如“4”表示接头本体直径 114.3mm (4)；第二位数代表接头类型，1 表示内平式接头，2 表示贯眼式接头，3 表示正规式接头；第三位数代表内、外螺纹，1 表示外螺纹，0 表示内螺纹。

例 2—1 431 接头。

431 表示直径为 114.3mm (4) 的正规外接头。

例 2—2 520 接头。

520 表示直径为 141.29mm (5) 的贯眼式内接头。

2) 符号表示法：用接头符号（字母代号）打印在接头体上面，以判别扣型及接头内径变化的关系，如表 2—1 所示。

表 2—1 接头类型及符号

符号 类型	国别		
	中国	苏制	美国 (API)
正规	ZG	3	PEH
贯眼	GY	3	FH
内平	NP	3	IF

3) 标记槽法：在接头体上车有标记槽，用于区别正扣接头和反扣接头。一般在正扣接头体上车有 10mm 宽、1 ~ 1.5mm 深的标记槽，槽内一般打有接头数字代号或类型代号，如 421 或 114.3mm (4) —3 等字样，图 2—8 所示。

图 2—8 接头标记槽

(a) 正扣接头标记槽；(b) 反扣接头标记槽

4) 接头尺测量：接头尺规格为 22cm × 2cm × 2mm，上面刻画有常用接头的有关尺寸和扣型的自制钢板尺。它有正、反两面。正面用来判断外接头扣型，并画有相应的尺寸数字或数字代号；反面用来判断内接头扣型，并画有相对应的扣型尺寸或数字代号，如图 2—9 所示。

用接头尺测量外接头。将外接头的外螺纹朝上，竖直放于垫板或硬地面上，右手持接头尺，并将接头尺正面“0”端紧靠外接头小端螺纹端面上，用左手扶住沿宽度方向竖放于外螺纹端

图 2—9 接头尺

面上的接头尺，右手将接头尺在外螺纹端面上前、后移动几下（此时接头尺“0”端固定不动，并注意移动弧度不宜过大），找出接头尺上所对应的外螺纹小端端面的直径。该直径数值所对应的扣型即为所测外接头的扣型，如图 2—10 所示。

图 2—10 外接头测量示意图

用接头尺测量内接头。将内螺纹朝上竖直放于垫板或硬地面上，右手拿住接头尺，将接头尺反面“0”端放入内接头内螺纹镗孔内，并测量镗孔内径。该直径在接头尺上对应的数字，即为所测量的内接头扣型（方法与外接头扣型测量相似），如图