

ICS 73.020
CCS E 12

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5325—2021

代替 SY/T 5325—2013, SY/T 6995—2014, SY/T 7030—2016

常规射孔作业技术规范

The technical specifications for conventional perforating operation

2021 — 11 — 16 发布

2022 — 02 — 16 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 作业基本条件	2
4.1 作业设备	2
4.2 井场条件	2
4.3 井况条件	2
5 资料准备和录取	2
5.1 资料准备	2
5.2 资料录取	3
5.3 曲线资料	3
6 作业设计	3
6.1 射孔方案设计	3
6.2 定方位射孔方案设计	4
6.3 动态负压射孔方案设计	4
7 作业准备	5
7.1 陆上作业准备	5
7.2 海上作业准备	6
8 作业要求	6
8.1 射孔器材检查、装配和连接	6
8.2 电缆输送井口无压射孔	7
8.3 电缆输送带压射孔	7
8.4 油管输送射孔	8
8.5 定方位射孔	9
8.6 动态负压射孔	10
9 火工品的领取和交还	11
10 质量要求	11
11 安全要求	12
11.1 陆上作业	12
11.2 海上作业	12

12 环保要求.....	13
附录 A (资料性) 射孔通知单	14
附录 B (资料性) 射孔测量曲线图头内容	15
附录 C (资料性) 压力起爆装置销钉及井口加压值计算方法	17
附录 D (资料性) 射孔计算图表	19
附录 E (资料性) 射孔工艺方案设计书内容	22
附录 F (规范性) 射孔参数的计算方法	23
附录 G (资料性) 定方位射孔方式选取方法	26
附录 H (资料性) 定方位射孔设计书格式	27
附录 I (资料性) 动态负压射孔方案设计书格式	31



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。

本文件代替 SY/T 5325—2013《射孔作业技术规范》、SY/T 6995—2014《动态负压射孔作业技术规范》和 SY/T 7030—2016《定方位射孔施工技术规程》。本文件以 SY/T 5325—2013 为主，整合了 SY/T 6995—2014 和 SY/T 7030—2016。本文件与 SY/T 5325—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 标准名称更改为《常规射孔作业技术规范》，标准英文名称也做相应更改；
- b) 更改了“规范性引用文件”的引导语及文件清单（见第2章，SY/T 5325—2013的第2章）；
- c) 对术语和定义的表述作了更改，并增加和删除了部分术语和定义（见第3章，SY/T 5325—2013的第3章）；
- d) 对“作业基本条件”中的“作业设备”“井场条件”“井况条件”进行了更改，并删除了部分赘述内容（见第4章，SY/T 5325—2013的第4章）；
- e) 更改了施工单位接收到射孔通知单时应核实的内容和数据（见5.1.1，SY/T 5325—2013的第5章）；
- f) 增加了定方位射孔、动态负压射孔资料准备与录取（见5.1）；
- g) 增加了第5章“资料准备和录取”（见第5章）；
- h) 更改了“作业设计”的规定，并增加了定方位射孔和动态负压射孔方案设计（见第6章）；
- i) 更改了“作业准备”的规定，并增加了定方位射孔和动态负压射孔施工准备（见第7章）；
- j) 更改了“射孔器材检查、装配和连接”的规定，并删除了部分规定（见8.1，SY/T 5325—2013的8.1）；
- k) 更改了“电缆输送带压射孔”中引用的标准（见8.3.2，SY/T 5325—2013的8.3.2）；
- l) 删除了“起爆装置的核实和装配”中关于压力和压差起爆装置的起爆压力值设计的规定（见8.4.1，SY/T 5325—2013的8.4.1）；
- m) 更改了“油管输送射孔管柱下井”的规定（见8.4.2，SY/T 5325—2013的8.4.2）；
- n) 更改了“油管输送直井定方位射孔”的规定（见8.5.1，SY/T 5325—2013的8.5.1）；
- o) 增加了“电缆陀螺定方位射孔”（见8.5.2）；
- p) 增加了“动力旋转定方位射孔”（见8.5.3）；
- q) 增加了“重力偏心定方位射孔”（见8.5.4）；
- r) 增加了“电缆输送动态负压射孔”“油管输送动态负压射孔”“动态负压复合射孔”（见8.6.1～8.6.3）；
- s) 更改了“安全要求”中“陆上作业”的规定（见11.1，SY/T 5325—2013的11.1）；
- t) 增加了“环保要求”（见第12章）；
- u) 增加了压力起爆装置销钉及井口加压值计算方法（见附录C）；
- v) 增加了测井综合解释图与套管放磁资料深度射孔深度校正的内容（见附录F）；
- w) 增加了定方位射孔方式选取方法、定方位射孔设计书格式和动态负压射孔方案设计书（见附录G、附录H和附录I）。

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。

SY/T 5325—2021

本文件由石油工业标准化技术委员会石油测井专业标准化委员会（CPSC/TC11）提出并归口。

本文件起草单位：大庆油田有限责任公司试油试采分公司、中国石油集团测井有限公司、中石化中原石油工程有限公司地球物理测井公司、中海油田服务股份有限公司油田技术事业部。

本文件主要起草人：汤科、郑长建、慕光华、王树申、胡秀妮、贺红民、蔡山、苗久厂、俞海、于波、于开勋、熊焱春。

本文件及其所代替文件的了历次版本发布情况为：

- 1988年首次发布为SY/T 5325—1988《过油管射孔技术规程》；
- 2005年第一次修订时，并入了SY/T 5604—2002《电缆输送式射孔施工技术规范及质量评定》（SY/T 5604—2002的历次版本发布情况为：SY/T 5604—1993）、SY/T 5784—1993《射孔层位深度的校正和计算方法》和SY/T 6412—1999《油管输送射孔工艺规程》；
- 2013年第二次修订时，并入了SY/T 6162—2008《射孔与井壁取心图件格式》的内容（SY/T 6162—2008的历次版本发布情况为SY/T 6162—1995《射孔井壁取心图件格式》）；
- 本次为第三次修订，并入了SY/T 6995—2014《动态负压射孔作业技术规范》和SY/T 7030—2016《定方位射孔施工技术规范》。



常规射孔作业技术规范

1 范围

本文件规定了常规射孔作业基本条件、资料准备与录取、作业设计、作业准备、作业要求、质量要求和安全环保要求。

本文件适用于常规射孔作业及质量控制。

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 6722 爆破安全规程
- SY/T 5132 石油测井原始资料质量规范
- SY/T 5299 电缆输送特殊射孔作业技术规范
- SY 5436 井筒作业用民用爆炸物品安全规范
- SY/T 5600 石油电缆测井作业技术规范
- SY/T 6163 油气井用聚能射孔器材通用技术条件及性能试验方法
- SY 6350 油气井射孔用多级安全自控系统安全技术规程
- SY/T 6751 电缆测井与射孔带压作业技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电缆输送射孔炮头长 distance of zero mark of WCP

射孔器上部首发射孔弹上界面至射孔跟踪测量定位仪器记录点间的距离。

3.2

油管输送射孔炮头长 distance of zero mark of TCP

射孔器上部首发射孔弹上界面至输送管柱校深短节标志点之间的距离。

3.3

动态负压射孔 dynamic underbalanced perforating

能够在射孔后瞬间降低井筒内压力，形成相对储层压力的负压差的射孔技术。

3.4

定方位射孔 oriented perforating

油气井内按设计定方位进行射孔的工艺技术。

4 作业基本条件

4.1 作业设备

- 4.1.1 具备射孔定位测量及控制的地面仪器。
- 4.1.2 具备完善的深度和张力的记录系统的电缆绞车设备。
- 4.1.3 电缆带压射孔应具备电缆防喷装置。

4.2 井场条件

- 4.2.1 井场应平坦、无障碍物；停车位置到井口距离不应小于 25m。
- 4.2.2 满足本井作业要求的提升设备。
- 4.2.3 具备防爆性能的照明设施。
- 4.2.4 满足射孔施工需要的泵车和罐车和压井液。

4.3 井况条件

- 4.3.1 井口具备满足井控要求的防喷设备和工作台。
- 4.3.2 射孔作业前，应进行通井和洗井作业，通井和洗井深度应大于射孔目的层底界 20m 或至人工井底，保证井内畅通无落物。
- 4.3.3 井下管柱应内外清洁、无异物、无形变和无损伤，通径符合施工要求，螺纹连接处密封良好。
- 4.3.4 射孔井筒内射孔顶界以上液面高度应满足施工设计要求。

5 资料准备和录取

5.1 资料准备

5.1.1 基础资料

- 5.1.1.1 施工单位收到射孔通知单（参见附录 A）时，应核实以下内容：
 - a) 井身结构、井斜、人工井底、套补距、套管规格型号（外径、壁厚、钢级）和水泥返高；
 - b) 射孔层段、厚度、完井液类型及密度和液面深度；
 - c) 射孔目的层温度和压力，有特殊要求的应另详细注明；
 - d) 射孔深度所依据的测井综合解释图及测井日期；
 - e) 射孔工艺类型、射孔器型号、孔密、相位、布孔格式和射孔方位角；
 - f) 水平井（或大斜度井）应注明最大井斜度及对应深度、射孔层段的垂直深度；
 - g) 其他与射孔相关的参数可以根据油田或本井的具体情况提供。
- 5.1.1.2 根据射孔通知单的作业内容，准备以下资料：
 - a) 测井综合解释图；
 - b) 套管放磁资料；
 - c) 井身结构和井眼轨迹资料。

5.1.2 定方位射孔资料

施工单位收到射孔通知单时，除了按 5.1.1 的规定内容核实外，还应核实全井段井斜和方位。

5.1.3 动态负压射孔资料

按 5.1.1 的规定核实外，还应核实以下内容：

- a) 地层：渗透率、孔隙度和声波时差；
- b) 射孔器：长度、外径和射孔弹型；
- c) 开孔器：动态负压射孔机械式开孔器型号，动态负压复合射孔延时开孔器型号，动态负压射孔测试工具型号；
- d) 降压仓：长度和外径；
- e) 开孔弹开孔器：长度和外径。

5.2 资料录取

内容如下：

- a) 井号、射孔日期和时间、射孔队别、队长和操作人员、射孔液类型及密度、定方位射孔还应记录定向射孔方式；
- b) 电缆输送射孔炮头长、井下仪器零长、电缆输送射孔调整值、射孔厚度、射孔枪长度和射孔装弹数；
- c) 目标射孔器下井次序、射孔次数和单次射孔弹发射率；
- d) 油管输送射孔起爆压力设计参数，油管输送射孔炮头长，油管输送射孔调整值；
- e) 作业记录曲线和资料应符合 SY/T 5132 的规定；
- f) 动态负压射孔时，还应统计每次射孔开孔器开孔情况，定期进行压力测试并录取相关 P-T 数据；
- g) 定方位射孔应记录陀螺仪测量方位值，方位调整角度值，仪器旋转角度值；
- h) 录入和记录资料应建档保存。

5.3 曲线资料

包括内容如下：

- a) 作业记录曲线深度比例可以选择 1：50 或 1：100 或 1：200；
- b) 电缆输送射孔定位曲线图头格式参见表 B.1；
- c) 油管输送射孔定位曲线图头格式参见表 B.2。

6 作业设计

6.1 射孔方案设计

6.1.1 根据施工要求、井身结构、射孔目的层的温度和压力参数，选择相适应的射孔器材；耐高温性能应满足 SY/T 6163 的相关要求。

6.1.2 根据射孔通知单内容编制射孔计算图表，填写相关内容和数据；数据计算应准确并建档保存。

6.1.3 根据该井工程、地质设计和工艺要求编写射孔工艺方案设计书。

6.1.4 对于井眼轨迹异常点，如狗腿度、套管形变、井眼变径等，应在射孔计算图表或射孔工艺方案设计书中注明。

6.1.5 根据施工井射孔工艺要求、井深和井身结构、井身轨迹参数，选择起爆方式和起爆装置类型。压力和压差起爆装置销钉数量及井口加压值的计算参见附录 C。

6.1.6 数据计算和图表填写应执行计算、校对和审核三级检查，并签字。

6.1.7 根据射孔计算图表或射孔工艺方案设计书编写射孔应用图表，内容如下：

- a) 填写射孔器材装配收发清单：井号、日期、弹型、总射孔弹数、孔密、相位、布孔格式、枪型和数量等；
- b) 编制射孔现场装配图表。

6.1.8 射孔计算图表和射孔应用图表参见附录 D，射孔工艺方案设计书内容参见附录 E。

6.1.9 射孔参数的计算按照附录 F 的规定执行。

6.2 定方位射孔方案设计

6.2.1 结合射孔通知单提供的技术数据和井眼轨迹数据选择定方位射孔方式。定方位射孔方式的选择参见附录 G。

6.2.2 根据射孔通知单、套管放磁资料、定方位射孔方式及井眼轨迹数据进行射孔施工设计。主要内容如下：

- a) 油管定方位射孔时，设计枪串结构；
- b) 电缆陀螺定方位射孔时，计算定位支撑体在井内的释放位置；
- c) 动力旋转定方位射孔时，设计仪器串结构，计算旋转角度；
- d) 重力偏心定方位射孔时，计算射孔方向与偏靠器中轴面之间的夹角。

6.2.3 其他设计内容按照 6.1 的相关规定执行。

6.2.4 定方位射孔作业设计书格式参见附录 H。

6.3 动态负压射孔方案设计

6.3.1 电缆输送动态负压射孔

6.3.1.1 根据用户要求确定最小有效负压值和负压差持续时间。

6.3.1.2 根据射孔井段、射孔厚度和射孔长度，考虑施工效率，优选出单次射孔的射孔弹数量、射孔枪长、机械式开孔器和降压仓组合。

6.3.1.3 其他设计内容按照 6.1 的相关规定执行。

6.3.2 油管输送动态负压射孔

6.3.2.1 根据用户要求确定最小有效负压值和负压差持续时间。

6.3.2.2 根据最小有效负压值和负压差持续时间设计射孔目的层段降压仓的长度，并按“降压仓标称长度不小于设计长度”的原则选择降压仓，降压仓的位置一般应均布于射孔层段的两端。

6.3.2.3 根据最小有效负压值设计和负压差持续时间计算降压仓开孔弹的数量，开孔弹的装配位置一般均布于降压仓有效长度之内。

6.3.2.4 其他设计内容按照 6.1 的相关规定执行。

6.3.3 动态负压复合射孔

6.3.3.1 电缆输送动态负压复合射孔

6.3.3.1.1 根据用户要求，确定最小有效负压值和负压差持续时间。

6.3.3.1.2 根据射孔井段、射孔厚度、射孔长度和压裂火药有效作用时间，考虑施工效率，优选出单次射孔的射孔弹、压裂火药数量、射孔枪长、延时开孔器和降压仓组合。

6.3.3.1.3 其他设计内容按照 6.3.1 的相关规定执行。

6.3.3.2 油管输送动态负压复合射孔

6.3.3.2.1 根据压裂火药有效作用时间计算开孔延时时间，选用相适应的延时开孔器。延时时间应不小于压裂火药有效作用时间。

6.3.3.2.2 其他设计内容按照 6.3.2 的规定执行。

6.3.4 射孔方案设计书

综合油井基本数据、基本参数和计算、设计结果，形成动态射孔方案设计书，格式参见附录 I。

7 作业准备

7.1 陆上作业准备

7.1.1 基础准备

7.1.1.1 设施检查：检查仪器、绞车、电缆、深度系统和滑轮及辅助件，性能满足现场施工要求。

7.1.1.2 射孔队领取射孔通知单、射孔计算图表、射孔工艺方案设计书、射孔器材收发清单、射孔现场装配图表、套管放磁校深图表、井身结构图、井身轨迹参数图表、测井原图等资料，核对以下内容：

- a) 核对用户方、地区、井号、井身结构、作业工艺和作业次数；
- b) 射孔目的层和夹层厚度；
- c) 所用射孔器材相关数据；
- d) 核对射孔器材型号和耐温耐压参数。

7.1.1.3 按施工要求和射孔器材收发清单，领取射孔器材，准备井下仪器和配套设施。

7.1.1.4 射孔队到达现场后，射孔队负责人同用户方现场负责人核对作业井的有关数据、用户方提供的相关资料及射孔通知单，无误后才能进行施工。

7.1.1.5 了解作业井基本情况：射孔液类型和密度、液面高度、套管内径、人工井底、通洗井情况和油补距等情况。

7.1.2 定方位射孔施工准备

7.1.2.1 领取资料

领取射孔通知单、射孔施工设计、配炮单、放磁曲线图、测井综合解释图及井眼轨迹数据。

7.1.2.2 领取仪器及器材

按施工方案设计检查、领取下井仪器及器材。主要器材如下：

- a) 油管定方位：定方位短节、定位起爆装置、陀螺方位测量仪；
- b) 电缆陀螺定方位：定位支撑体、导向捕捞头、坐封工具、捕捞筒、陀螺方位测量仪；
- c) 动力旋转定方位：动力旋转定向系统、地面控制面板；
- d) 电缆重力偏心定方位：偏靠器、隔离接头和旋转接头；
- e) 油管重力偏心定方位：起爆装置、偏靠器和旋转接头。

7.1.2.3 领取火工品器材

按配炮单内容，领取施工用火工品器材。

7.1.2.4 其他准备工作

按 7.1.1 的相关规定执行。

7.1.3 动态负压射孔施工准备

7.1.3.1 器材领取

7.1.3.1.1 电缆输送动态负压射孔按施工设计领取机械式开孔器、降压仓。

7.1.3.1.2 油管输送动态负压射孔按施工设计领取开孔弹开孔器、降压仓。

7.1.3.1.3 动态负压复合射孔按施工设计领取延时开孔器、降压仓。

7.1.3.1.4 有射孔压力测试要求的作业项目，领取 P-T 测试仪。

7.1.3.1.5 通用器材领取按 7.1.1 与 SY 5436 的相关规定执行。

7.1.3.2 其他准备工作

按 7.1.1 的相关规定执行。

7.2 海上作业准备

除执行 7.1 规定外，还应执行以下规定：

- a) 吊装拖橇前，射孔队队长了解钻井平台吊车的吊升能力和拖橇的摆放位置，然后决定采用整体或分体吊装；
- b) 吊装拖橇时应有专人指挥吊车，安装拖橇时应将滚筒中心对准井口地滑轮位置；
- c) 在不使用拖橇旋转底座时，应将拖橇底盘与甲板间焊接牢固；
- d) 井口装置的安装按 SY/T 5600 的规定执行；
- e) 操作工程师了解有关井身结构数据和地质数据；
- f) 操作工程师应对地面系统进行除湿处理。

8 作业要求

8.1 射孔器材检查、装配和连接

8.1.1 射孔器材的质量应符合 SY/T 6163 的规定。

8.1.2 组装射孔器前，射孔施工操作人员应确认射孔装炮收发清单和射孔器材有关技术参数，并将射孔弹编码记录在案。

8.1.3 射孔器材外观检查。聚能罩应无松动、无污物；无枪身射孔弹壳应无损伤、无破裂；导爆索外皮应无砂眼、无破裂、无扭曲和无挤压形变等质量问题；射孔枪螺纹、密封面、密封圈和其他配件等外观质量应达到使用要求；装配时，密封部位应均匀涂上密封脂或润滑脂。

8.1.4 装配式射孔器时，应按照射孔器装配设计自下而上进行装配，对射孔枪和弹架进行同步统一编号，组装好的射孔器按下井顺序编号摆放，射孔队负责人应监督检查。

8.1.5 射孔弹应装配到位，固定牢靠；导爆索与射孔弹传爆部位之间应紧密接触，导爆索不应发生扭曲和损伤。

8.1.6 切割导爆索应采用专用切割工具或单面刀片进行，其端面与导爆索轴线成 90°，导爆索端头药柱不应散落。

8.1.7 导爆索与传爆管或雷管对接时，药面要紧密封触，用专用锁紧钳锁紧传爆端口。传爆管端面应低于连接接头对接端面 0mm ~ 2mm；使用扶正管时，传爆管端面应低于扶正管端面 0mm ~ 2mm。

8.1.8 连接电雷管时，应先将雷管导线与点火线连接，然后再与导爆索连接。

8.1.9 盲孔射孔枪装配时，射孔弹射孔方向应与射孔枪上的盲孔对正到位，锁紧定位固定件。

8.2 电缆输送井口无压射孔

8.2.1 射孔器材的装配按 8.1 的规定执行。

8.2.2 连接电雷管前，射孔队负责人和操作工程师应核对射孔器顺序编号。

8.2.3 连接电雷管引线之前，应关闭仪器上的所有电源；点火线对地放电后才能与电雷管引线连接。

8.2.4 上提和下放电缆速度不应大于 8000m/h；如果井内压井液密度大于 1.4g/cm^3 ，速度不应大于 3000m/h，运行速度应均匀；发现遇阻或遇卡，应及时停车，防止电缆打扭和打结。

8.2.5 电缆输送射孔磁性定位器校深和跟踪定位要求：

- a) 跟踪射孔深度依据射孔井段附近的特殊套管短节深度，或者其中相邻套管长度之差大于 0.50m 套管接箍深度点来进行确定；否则应采用放磁组合校深方法来进行确定；
- b) 根据射孔通知单中的射孔层段、射孔工艺要求和射孔枪的长度，对射孔井段进行分段，选定标准接箍，根据计算公式计算各层段的调整值，在射孔计算图表中标注各目的射孔层段的调整值；
- c) 电缆输送射孔定位可以选择上提或下放测量跟踪定位的方式。

8.2.6 放磁组合校深要求：

- a) 根据测井综合解释图或套管放磁资料，在射孔井段附近选择自然伽马或中子伽马曲线变化明显的层段进行校深测量。所测曲线与原图形态基本一致，与原图对比，深度误差在 0.2m 以内；
- b) 以薄层为主，上下邻层与原图彼此对应，绝大多数层应有明显的变化规律；
- c) 自然伽马或中子伽马曲线的幅度应为统计起伏变化幅度的 1.5 倍以上，且邻层无高幅度放射性影响；
- d) 曲线质量应符合 SY/T 5132 的规定。

8.2.7 校深方法如下：

- a) 校深测量仪器下井时，仪器记录点应在井口法兰盘平面对零；
- b) 磁定位校深测量：以不大于 1500m/h 的速度测量接箍曲线，校深实测的套管单根长度值与给定值之差应在 $\pm 0.15\text{m}$ 之内；
- c) 伽马校深测量：以不大于 600m/h 的速度测量伽马曲线。

8.2.8 跟踪定位方法如下：

- a) 将仪器与射孔器下放到指定的起测点进行下放或上提测量，实测跟踪调整值与设定的调整值之间的误差应控制在 $\pm 0.10\text{m}$ 之内；跟踪测量速度不应大于 1500m/h；
- b) 每一条跟踪定位点火曲线，最少应有二根完整套管的三个接箍曲线和点火线；对零点火时，深度误差应控制在 $\pm 0.10\text{m}$ 之内。

8.2.9 在点火起爆射孔之前，射孔队负责人、操作工程师对目的射孔层段、深度数据核实无误后，射孔队负责人发令，才能进行起爆操作。

8.3 电缆输送带压射孔

8.3.1 射孔器材的装配按 8.1 的规定执行。

8.3.2 现场作业按 SY/T 6751 的规定执行。

8.4 油管输送射孔

8.4.1 起爆装置的核实和装配

- 8.4.1.1 起爆装置的保管和使用按照 SY 6350 的规定执行。
- 8.4.1.2 起爆装置的组装应在现场进行，由专人设计和操作，射孔队负责人监督检查。
- 8.4.1.3 压力和压差起爆装置剪切销钉数量，应由操作工程师计算和射孔队负责人审核确定。
- 8.4.1.4 核对装箱清单，检查所有配件质量，无误后才能组装。
- 8.4.1.5 起爆装置应依据说明书中提供的技术要求和组装程序，按设计要求进行组装；压力和压差起爆装置剪切销钉以对称方式装配。

8.4.2 油管输送射孔管柱下井

- 8.4.2.1 校深标志短节以下所有管柱长度的测量和计算，应由射孔队负责人、操作工程师和用户方现场负责人共同进行；其单根管柱长度的测量精度为 1mm。
- 8.4.2.2 射孔队负责人和用户方现场负责人应对校深标志短节以下管柱的下井过程进行监督，并对入井管柱数据进行记录。
- 8.4.2.3 射孔施工中的有关技术参数应由射孔队负责人、操作工程师和用户方负责人分别计算，三人计算结果一致，才能进行下一步操作。
- 8.4.2.4 装配好的射孔器，射孔管柱两端应装上配套护丝，在井口对接时才能拆卸护丝。
- 8.4.2.5 射孔管柱枪在井口对接前，应检查连接头中上下传爆管和扶正组件，合格后进行对接。
- 8.4.2.6 提升短节与射孔枪要上紧，井口对接射孔管柱时，施工天车应下移至无负荷，保证旋转时提升短节不被倒扣。
- 8.4.2.7 射孔枪在井口对接时，不应使用液压大钳，应使用管钳逐根拧紧。
- 8.4.2.8 投棒起爆装置与射孔器的对接应在井口进行，投棒起爆装置与射孔器之间应串接安全隔离装置或不少于 2m 长度的安全枪。
- 8.4.2.9 因射孔工艺上的要求，如果需要在射孔器下部挂接压力起爆装置组件或增压组件，可以在地面进行对接。地面对接时，射孔器下部应先安装安全隔离装置，再安装压力起爆装置组件。慢速上提和下放入井，避免发生碰撞。
- 8.4.2.10 下放传输管柱，应打开井口放喷阀门；下放速度均匀，速度应控制在 300m/h 以内；吊卡坐放井口时应轻放轻提，不准许墩钻、猛提、猛放；不应旋转井下管柱。
- 8.4.2.11 油管输送射孔，协作方作业队应按照设计深度要求下入作业管柱，其误差应控制在 $\pm 10\text{m}$ 以内。
- 8.4.2.12 油管输送射孔作业管柱中需要充填压井液时，应采用无压充填方式进行，每下十根管柱充填一次，充填至设定的液柱高度。
- 8.4.2.13 油管输送射孔施工过程中，需要进行压井液替换、循环洗井和井下液柱高度调整等操作时，应在射孔器定位到射孔目的层后才能进行。
- 8.4.2.14 油管输送射孔施工时，射孔管柱下到预定深度开始计时至起爆时间宜控制在 SY/T 6163 中射孔弹耐温指标范围内。
- 8.4.2.15 油管输送射孔作业现场记录表格式参见附录 D。

8.4.3 校深测量方法

- 8.4.3.1 校深方法和调整值的计算按照附录 F 的规定执行。
- 8.4.3.2 射孔系统下到预定深度后，进行校深测量，测量出油管校深标志短节，测量深度不应超过油

管校深标志短节以下 9m ~ 10m，其下放测量速度应小于 800m/h。

8.4.3.3 当输送管柱中连接有测试工具、循环阀和安全阀等组件时，井下仪器底部不能超过循环阀组件顶部以上 5m 深度位置。

8.4.3.4 校验和计算出油管校深标志短节底界深度后，调整射孔管柱深度，误差应控制在 $\pm 0.2\text{m}$ 之内；用户方现场负责人和射孔负责人应监督协作方作业队按确定的调整值调整管柱。

8.4.4 激发起爆方法

8.4.4.1 压力延时起爆射孔加压时，井口加压值可高于设计值 2MPa ~ 5MPa，但不应超过施工井的额定安全压力值。

8.4.4.2 撞击起爆射孔投棒后，关闭井口阀门，关闭现场噪声源。

8.4.4.3 射孔器起爆时，应按照射孔队负责人指令操作，并正确判断射孔器起爆情况。

8.4.4.4 采用撞击起爆射孔时，如果不能确定起爆装置是否起爆，应首先调整井内液柱压力，使目的层段呈现平衡压力或正压状态后打捞出投棒，然后才能起出射孔作业管柱。

8.5 定方位射孔

8.5.1 油管输送直井定方位射孔

8.5.1.1 按如下步骤组装并连接定向射孔器：

- a) 射孔器材检查、装配和连接；
- b) 中间接头与射孔器及中间接头之间用定位键固定；
- c) 上、下射孔段射孔方位不相同，在中间接头位置进行角度调整。

8.5.1.2 安装定位起爆装置，连接定方位短节，定方位短节内的定位键与射孔方向一致。定方位短节内的定位键与陀螺方位测量仪的键槽相吻合。

8.5.1.3 射孔管柱下井及校深。

8.5.1.4 用陀螺方位测量仪测量定方位短节内定位键的方位。测量要求如下：

- a) 仪器下井速度不应超过 2400m/h，距离定位键 50m 时，降低下井速度至 800m/h；
- b) 仪器遇阻后，测量定位键方位，读取仪器方位测量数据；
- c) 上提仪器 5m ~ 10m 后，再次下放仪器至遇阻位置，测量定位键方位；
- d) 反复测量三次（误差不大于 3° ），取三次测量的平均值。

8.5.1.5 井口顺时针旋转调整油管，改变射孔器方位。

8.5.1.6 释放井下作业管柱扭矩后，再次测量定位键方位。

8.5.1.7 重复 8.5.1.5 和 8.5.1.6 的步骤，直到测量的方位与射孔方位一致（误差不大于 5° ）。

8.5.1.8 井口打压或投棒起爆射孔器。射孔器起爆前，不应移动射孔管柱。

8.5.1.9 采用投棒式起爆点火失败后，应先打捞出撞击棒，再上提油管。

8.5.1.10 枪身起出井口前，先拆除起爆装置；起出后，拆除射孔枪串，查明点火未起爆原因后，方可重新施工。

8.5.2 电缆陀螺定方位射孔

8.5.2.1 下捕捞筒清洁井筒，施工按 SY/T 5299 相关规定执行。

8.5.2.2 组装电缆坐封工具。

8.5.2.3 检查、连接定位支撑体。

8.5.2.4 将坐封工具下井并在设计位置释放。

8.5.2.5 测量定位支撑体内定位键方位。陀螺方位测量仪应安装扶正器，以保证仪器在井内居中。测量要求按 8.5.1.4 的规定执行。反复测量三次，取平均值作为射孔器方位调整依据。

8.5.2.6 按照 8.5.1.1 的规定装配定向射孔器。

8.5.2.7 定向射孔器下端连接导向捕捞头并用定位键固定。导向捕捞头定位键槽和射孔方向之间的夹角根据支撑体定位键方位和射孔方位的差值进行调整并固定（误差不大于 3° ）。

8.5.2.8 射孔枪串下井过程，绞车速度不应大于 4000m/h，运行速度应均匀。

8.5.2.9 校深采用磁定位跟踪记录，测速小于 1500m/h。射孔枪串遇阻后核对磁定位仪深度，如果深度与设计位置不一致，解封打捞定位支撑体，并重新释放。

8.5.2.10 点火起爆定向射孔器。若出现瞎火现象，在安全拉断力范围内上提电缆，解封定位支撑体。起出射孔枪串。查明原因后，方可重新施工。

8.5.2.11 解封定位支撑体。

8.5.2.12 测量射孔检查曲线。

8.5.3 动力旋转定向射孔

8.5.3.1 按照 8.5.1.1 的规定装配定向射孔器。

8.5.3.2 按如下要求连接、检查动力旋转定向系统工作状态：

- a) 动力旋转定向系统推靠臂打开、回收状态稳定；
- b) 电压感应开关满足仪器串电气隔离与点火功能；
- c) 检查动力旋转系统能够识别重力底边。

8.5.3.3 连接动力旋转定向系统与定向射孔器，测量仪器串低边刻度线与射孔方向之间的夹角（误差不大于 1° ）。

8.5.3.4 射孔枪串下井及深度定位。

8.5.3.5 打开动力旋转定向系统推靠臂，将仪器串上端固定在套管壁上。

8.5.3.6 进行动力旋转定向系统刻度、旋转定位，使射孔方向对准设计方位。

8.5.3.7 点火起爆射孔器，收回动力旋转定向系统推靠臂。出现瞎火现象时，先收回动力旋转定向系统推靠臂，再起出射孔枪串。查明原因后，方可重新施工。

8.5.3.8 测量射孔检查曲线，上提电缆将仪器串起出井口。

8.5.4 重力偏心定向射孔

8.5.4.1 按照 8.5.1.1 装配定向射孔器。

8.5.4.2 定向射孔器上端连接隔离接头，并用定位键固定。

8.5.4.3 连接上、下偏靠器，调整偏靠器中轴面与射孔方向之间的夹角与射孔设计夹角相同，并用定位键固定。

8.5.4.4 旋转接头注油并检查旋转灵活性。

8.5.4.5 出现瞎火现象时，采用油管输送，按照 8.5.1.9 和 8.5.1.10 的规定执行；若采用电缆输送，起出射孔枪串，查明原因后，方可重新施工。

8.5.4.6 其他射孔操作程序按照 8.2 和 8.4 的规定执行。

8.6 动态负压射孔

8.6.1 电缆输送动态负压射孔

8.6.1.1 施工操作参见附录 I 中推荐的动态负压射孔方案进行。

- 8.6.1.2 检查机械式开孔器和降压仓质量：螺纹、密封面、密封圈等外观质量应达到使用要求。
- 8.6.1.3 将机械式开孔器、降压仓的密封部位均匀涂抹润滑脂，按照自下而上的顺序连接枪尾、降压仓、机械式开孔器、射孔器等。
- 8.6.1.4 需要射孔压力测试时，连接 P-T 测试仪并进行测试操作。
- 8.6.1.5 在起吊射孔器时，应安装保护电缆马笼头的装置。
- 8.6.1.6 其他射孔操作程序按照 8.2 的规定执行。

8.6.2 油管输送动态负压射孔

- 8.6.2.1 施工操作按动态负压射孔方案设计中推荐的动态负压射孔方案进行。
- 8.6.2.2 有射孔压力测试要求的作业项目，连接 P-T 测试仪并进行相关操作。
- 8.6.2.3 其他射孔操作程序按照 8.4.2 的规定执行。

8.6.3 动态负压复合射孔

- 8.6.3.1 施工操作按动态负压射孔方案设计中推荐的动态负压射孔方案进行。
- 8.6.3.2 检查延时开孔器和降压仓质量：螺纹、密封面、密封圈等外观质量应达到使用要求。
- 8.6.3.3 将延时开孔器、降压仓的密封部位均匀涂抹润滑脂，按照自下而上的顺序连接枪尾、降压仓、延时开孔器、复合射孔器等。
- 8.6.3.4 有射孔压力测试要求的作业项目，连接 P-T 测试仪并进行相关操作。
- 8.6.3.5 其他射孔操作程序按照 8.6.1、8.2 和 8.4 的规定执行。

9 火工品的领取和交还

- 9.1 火工品管理、使用和领取人员应取得相应的上岗操作证。
- 9.2 火工品领取人员持有效射孔器材收发清单到火工品库领取所需火工品器材。
- 9.3 领取和交还火工品应当面核实清点数量，确认无误后，双方做好记录并签字。
- 9.4 所有因施工失败造成的报废和滞留在井下的射孔爆炸器材，应及时回收，交还收发部门。

10 质量要求

- 10.1 施工过程中，录取的各项资料和数据齐全准确，记录要完整。
- 10.2 单次下井射孔弹发射率不低于 95%，如果单次发射率低于 95%，应进行补孔作业。发射率计算方法见公式 (1)：

$$a = \frac{a_1}{a_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

a ——射孔弹发射率，以百分数表示 (%)；

a_1 ——实际发射射孔弹数，单位为发；

a_2 ——实际组装射孔弹数，单位为发。

- 10.3 射孔施工后，质量达到设计要求的井为射孔合格井。

- 10.4 射孔施工后，出现下述情况之一者为射孔不合格井：

- a) 发生误射孔（射孔器射孔深度位置与设定的射孔深度位置之差的绝对值超过了规定的值，即电缆输送射孔规定值为 0.2m，油管输送射孔规定值为 0.4m）、井口爆炸和中途爆炸等工程质

量事故；

b) 射孔施工中造成井下落物且打捞失败而影响油（气）井投产。

11 安全要求

11.1 陆上作业

11.1.1 射孔火工器材的储存、运输和使用应符合 SY 5436 的规定。

11.1.2 射孔施工人员应持有有效作业许可证才能上岗操作，并穿戴防静电劳动保护用品。

11.1.3 射孔施工全过程中，应设立醒目的安全警示标志；并用安全警示带设置作业警示区域，非本专业作业人员不应进入作业警示区域内。

11.1.4 在井口开放的情况下，不应进行负压条件下的电缆输送射孔施工作业。

11.1.5 射孔作业时，修井作业方应在作业井井口安装防喷装置。

11.1.6 检测电雷管的电阻值时，应使用专用雷管表，并将雷管置于雷管检测筒内进行检测。

11.1.7 射孔火工器材的装配应按操作规程并使用专用工具进行操作。

11.1.8 应配备有效的消防安全设施和有害气体自动检测报警装置。

11.1.9 井场防爆照明设施和线路应完好无损。

11.1.10 进入射孔施工现场的所有施工车辆发动机的排气管应安装阻火器。

11.1.11 用导线将仪器绞车、井架和井口连接成等电位体，并同地线导体连接。

11.1.12 施工前绞车应打好掩木；上提和下放电缆过程中，绞车后面不应站人。

11.1.13 电缆输送射孔器在与仪器对接前至射孔器下放距井口 70m 以上和上提距井口不少于 70m 时，应将集电环电缆芯断开并与地线短路。

11.1.14 电缆输送射孔器在井下点火失败，应先关闭点火电源，然后进行上提电缆操作。

11.1.15 电缆输送射孔在井口连接和拆卸射孔器时，起爆仪电源钥匙应由射孔井口操作人员保管。

11.1.16 拆卸射孔器时，应遵守先电器后火工和先起爆器材后射孔器材的原则。

11.1.17 检查和拆卸下过井的射孔器时，射孔器两端不应站人，防止射孔枪内带压气体泄压伤人。

11.1.18 遭遇到六级和六级以上大风、雷雨、暴雨、浓雾、冰雹等恶劣天气时，应中止施工作业。

11.1.19 射孔作业宜在白天进行，夜间不应进行开工作业。

11.1.20 电起爆施工全过程中，井场内不应动用电气焊和明火，通信设备的使用应执行 GB 6722 的相关规定。

11.1.21 在电缆输送射孔过程中，应有专人观察井口，如发生异常现象（井涌、溢流等）应立即停止施工，并采取相应的应急措施。

11.1.22 所有点火未起爆的电雷管和起爆装置中的撞击雷管不应再次使用，应单独存放在防爆箱内，及时交还。

11.1.23 现场施工人员不应私自销毁剩余和报废的射孔火工器材。

11.1.24 射孔施工完成后，装配操作人员清点所有射孔火工器材和其他配套器材，射孔队负责人核对无误后签字认可。

11.2 海上作业

11.2.1 执行 11.1 的规定。

11.2.2 施工人员应通过培训取得“海上求生、救生艇筏操纵、平台消防、海上急救”培训证书。如需乘直升飞机，还应取得相应证书。

11.2.3 船舶运输射孔火工器材时，应采取固定和防潮防水措施。

- 11.2.4 电缆输送射孔器在与仪器对接前至射孔器下放到海底泥面以下和上提到海底泥面之前，应将集电环电缆芯断开并与地线短路。
- 11.2.5 在钻井平台上，装有射孔火工器材的保险箱应存放在远离生活区的专用释放架上，并有浮标装置。
- 11.2.6 施工人员上下平台时应穿救生衣；吊装设备时应有专人指挥，手势规范，不准许在吊架下停留。
- 11.2.7 施工人员应遵守钻井平台安全规定，不准许私自动用平台上的安全设备；熟悉紧急情况时的逃生路线和应急职责。
- 11.2.8 遭遇火灾、硫化氢和有害气体溢出或井喷等事件时，应服从钻井平台经理的统一指挥；及时将射孔火工器材转移到安全区或撤离钻井平台。
- 11.2.9 射孔施工全过程中，停靠在平台附近的船只应保持无线电静默。

12 环保要求

- 12.1 射孔施工前，应做好环境保护基础工作。严格执行射孔施工设计规定的环保作业方案和措施。施工班组应检查作业队准备的井口围堰、导流槽、废液坑、铺设的防渗布是否满足环保要求，确保井内溢出的流体能顺利流到排液坑，做到本道工序施工时油、水不落地。
- 12.2 收集施工过程中外溢的钻井液、完井液和油污，不应污染井场。
- 12.3 从井内起出的枪身应放在联炮区的防渗布上，避免原油落地，污染井场。
- 12.4 动态负压射孔时，应准备专用接液池，防止油水落地。
- 12.5 若发生环境突发事件，启动环境突发事件应急预案。
- 12.6 施工结束后，如有钻井液或原油落地，应及时清理；施工产生的废弃物全部回收处理。

附 录 A
(资料性)
射孔通知单

射孔通知单见表 A.1。

表 A.1 井射孔通知单

井场地理位置									
用户方单位名称									
油 区									
依据的测井曲线名称				测井日期		年 月 日			
井况信息				射孔器材信息					
钻井深度	m	最大井斜度	°	射孔枪型					
人工井底	m	及对应深度	m	射孔弹型					
套管深度	m	射孔液密度	g/cm ³	射孔孔密	孔 /m				
套管外径	mm	液面深度	m	相位角	°				
套管壁厚	mm	射孔液黏度	Pa·s	布孔格式					
套管钢级型号	m	地层压力	MPa						
套补距	m	目的层温度	°C						
作业工艺		1. 电缆输送： <input type="checkbox"/> ，2. 油管输送： <input type="checkbox"/> ，3. 其他： <input type="checkbox"/> ；							
序号	层位	射孔层段		井眼轨迹数据		厚度 m	孔密 孔 /m	孔数	说明
		顶界深度 m	底界深度 m	井斜度 (°)	垂直深度 m				
1									
2									
3									
...									
填表人		审核人		批准人		填表日期		年 月 日	
备注：									

附 录 B
(资料性)
射孔测量曲线图头内容

B.1 电缆输送射孔定位曲线图头见表 B.1。

表 B.1 电缆输送射孔定位曲线图头

服务公司名称								
地面射孔系统名称或型号								
施工项目名称		深度比例						
井名		射孔枪型						
国家		弹型						
省/市		孔密		孔/m				
油区		装弹总数		发				
套管程序		点火方式		<input type="checkbox"/> 停车点火 <input type="checkbox"/> 自动点火				
人工井底		m		施工队				
射孔液密度		g/cm ³		队长				
射孔液液面深度		m		操作工程师				
射孔层段	自	m	至	m	施工日期		年 月 日	
本次射孔序号：								
顶界深度 m	底界深度 m	标准接箍深度 m	炮头长 m	深度校正值 m	上提值 m	孔密 孔/m	装弹数 发	射孔枪身长度 m

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/296031143002010031>