

用于钻井控制设备的控制系统规范

美国石油协会规范 16D (SPEC 16D)

1993 年 3 月 1 日

第一版

美 国 石 油 协 会

说明

前言

1. 范围

1.1 用于地面防喷器组的控制系统

1.2 用于水下 BOP 组的液压控制系统

1.3 用于水下防喷器组的电动—液压/复合控制系统

1.4 分流器控制系统

1.5 应急备用 BOP 控制系统

1.6 辅助设备控制系统与界面

2. 设计

2.1 设计评审

2.1.1 工况

2.1.2 设计文件要求

2.2 设备规范

2.2.1 用于地面防喷器组的控制系统

2.2.1.1 响应时间

2.2.1.2 液压油与油箱

2.2.1.3 泵的要求

2.2.1.4 蓄能器及歧管总成

2.2.1.5 蓄能器容积要求

2.2.1.6 液压控制集成

2.2.1.6.1 液压控制万能 BOP 回路

2.2.1.6.2 常压功能下的液压回路

2.2.1.7 远程控制台

2.2.1.8 供电

2.2.2 海下 BOP 千斤顶液压控制系统

2.2.2.1 响应时间

2.2.2.2 混合及贮存设备

2.2.2.3 泵系统

2.2.2.4 蓄能器及歧管总成

2.2.2.5 蓄能器计算容积要求

2.2.2.6 控制总成

2.2.2.7 液压总成电器遥控面板

2.2.2.7.1 钻机面板

2.2.2.7.2 辅助遥控或推进面板

2.2.2.7.3 供电

2.2.2.8 软管卷轴

2.2.2.9 软管卷轴总成

2.2.2.10 海下控制集成

2.2.3 海下 BOP 千斤顶电液和多元控制系统

2.2.3.1 电控元件

2.2.3.2 电缆

2.2.3.3 电缆卷轴

2.2.3.4 海下控制集成和电器设备

2.2.3.5 海下电气设备

2.2.4 潜水控制系统

2.2.4.1 响应时间

2.2.4.2 贮存设备

2.2.4.3 泵的要求

2.2.4.4 蓄能器容积要求

2.2.4.5 潜水控制总成

2.2.4.6 控制面板

2.2.5 制造说明书

3. 单一系统设计验证

3.1 文件

3.1.1 试验程序

3.1.2 验证

3.1.2.1 液压静态测试验证

3.1.2.2 危险区/电器验证

3.1.2.3 蓄能器验证

3.1.2.4 溢流阀验证

3.1.2.5 合格证

3.2 控制系统鉴定试验

4. 材料要求

4.1 承压元件

4.2 构建材料

4.2.1 结构钢

4.2.2 钢分类

4.2.3 结构型钢及板材说明

4.3 产品条目

4.3.1 承压元件

4.3.1.1 压力容器总则

4.3.1.1.1 蓄能器

4.3.1.1.2 无压补偿容器

4.3.1.1.3 氮缸

4.3.1.2 管路集成和连接件

4.3.1.2.1 软管和连接件

4.3.1.2.2 火花测试

4.3.1.2.3 螺丝和焊接连接件

4.3.1.3 无 ASME 编码液压控制系统元件

4.3.2 电器及电子元件及安装

4.3.3 机械设备

4.3.4 液压油和润滑油

4.3.5 保护和油漆

4.3.5.1 保护

4.3.5.2 油漆

5. 焊接要求

5.1 总则

5.2 焊接设计和装配

5.2.1 压力装配焊接件

5.2.2 承载焊接件

5.2.3 焊接要求

5.2.4 焊接表面（覆盖图）

5.3 焊接控制

5.4 焊接设计

5.5 预热

5.6 工具规格、标准

5.7 焊接耗材

5.8 后焊热处理

5.9 焊接过程和质量

5.9.1 基本材料

5.9.2 热处理状态

5.9.3 过程质量记录

5.10 其它要求

5.10.1 撞击测试

5.10.2 ASME IX 节 II 文

5.10.3 ASME IX 节 III 文

5.10.4 ASME IX 节 IV 文

6. 质量控制

6.1 总则

6.1.1 测量与试验设备

6.1.2 人员要求

6.1.3 质量控制要求

6.1.3.1 组织/过程

6.1.3.2 质量工程

6.1.3.3 处理过程中检测

6.1.3.4 工厂测试

6.1.3.5 验收检测

6.1.3.6 运输检测

6.1.3.7 卖主运货评定

6.1.3.8 报告

6.2 质量控制记录

6.2.1 制造工维护记录

6.3 类型测定

7. 市场

7.1 临时市场

7.2 永久市场

7.3 可描述市场方法

7.4 制造鉴定市场

7.5 设备名称、数据

7.6 其它市场

8. 贮存和运输

8.1 保护和保存

8.2 包装

8.3 鉴定

8.4 安装、操作、维护文件

第 1 部分：范围

1.0 本规范制定了钻井作业时控制井筒压力的防喷器和相关阀的控制系统、子控制系统及零部件的设计标准。尽管通常不认为换向器是井控装置，但仍将其作为防喷器控制系统的组成部分。钻井控制设备的控制系统通常以载压流体储存能量来操作（开或关）防喷器组的零部件。对 BOP 或其它井控元件的每一操作均是控制。控制系统设备和电路通常因应用和环境不同而不同。本规范适用于如下六大类控制系统。它们包括：

1.1 地面 BOP 组控制系统。

这些系统通常为简单的闭路液压控制系统，包括储存液压油的油箱，提供油压的泵，储存能量的蓄能器组及用于输送液压油至防喷器组的歧管、直管和控制阀。

1.2 水下 BOP 组液压控制系统

除了地面 BOP 组的设备要求外，水下控制系统用集成管束来向水下传送液压信号。还有安装在浅海立管包 (LMRP) 上的双水下液压中转控制盒，内装先导式控制阀，它将高压液压油导向防喷器组的功能元件。用过的水基液压油通常在海底排放。软管卷筒用于集成管束的贮存和铺设。双水下控制盒及集成管束用作备用安全装置。

1.3 用于水下 BOP 组的电液式/复合控制系统

深水作业时，向水下传输电信号（而不是液压信号）响应时间短。电液式系统使用多芯电缆，这种电缆中的每一根电线专用于一种功能，这些功能操作水下电磁阀，电磁阀发出操作防喷器组功能元件的液压先导信号。复合控制系统使用系列化的电子编码信号，这些信号通过公用导线传输。电子数据处理和传输用来保证编制和确认指令信号的安全性，以避免干扰信号、道间感应或短路执行防喷器组的功能。

1.4 转向器控制系统

方向控制常用于水面上转向器装置和辅助阀。

1.5 应急 BOP 控制系统

查水下控制系统出现问题时，用一套独立的应急控制系统来操纵应急井控或停止作业。这套系统有自己独立的能源。应急系统包括声控系统，ROV（遥控车）控制系统和 LMRP 修复系统。对水上控制系统来说，当泵失灵时储备的压力氮气可做为备用来继续操纵功能元件。

1.6 辅助设备控制系统和公用设备

对浮钻操作来说，不同的辅助功能：如远程公用色：30”门闩等都需要控制系统来操控。这些辅助设备的控制，尽管在此没有专门说明，但应分属于对类似设备的相关说明和要求。

第二部分 设计

2.0 1.0 节所说的井控系统和设备以及由控制系统制造商所提供或设计的用于油井钻探中的相关辅助设备应满足或好于本说明。

本说明不与以下系统抵触：联邦、州、地方法律，慎重的工程实践及工业认可标准。

设计中所选用材料应满足或优于本说明。

2.1 设计评审

在设备制造或订货到填写完销售清单要求之前，制造商的工程职责应保证设计满足与说明有关的要求，设计大纲尤其要对以下的考虑予以重视：

2.1.1 工况：

1. 尺寸和容量要求；
2. 额定工作压力—在此压力下进行系统、子系统或元件的设计；
3. 温度等级—控制子系统应设计成在一个较适合的温度状态下工作或者工作环境必须控制在设备元件的温度范围内。

环境温度分类表

环境分类	华氏度		摄氏度	
	高	低	高	低
热	140	32	60	0
温	120	20	50	-12
冷	120	4	50	-20
极冷	120	-23	50	-30
严寒	120	-40	50	-40
关键场合	对环境进行控制			

注：上表代表了设备工作时可接受范围。

4. 地点：

- a. 陆地
- b. 海洋
 - 1. 水下
 - 2. 水上
- 5. 井控设备说明—附录 I、II 列出了购买方所提供的关于 BOP 组或其它井控设备相关信息清单，这样可按要求对控制系统进行适当设计。

2.12 设计文件要求：

设计资料书应由制造上对每种型号的系统设计都进行保存，保存最小期限为所设计的最后一个元件发货后起 10 年。

设计资料应包括一份目录表，并按顺序和易于理解的方式进行排列。

设计资料书结构示例：

- 1. 标题页
- 2. 前言
- 3. 目录
- 4. 典型尺寸、容量计算
- 5. 额定设计工作压力
- 6. 额定设计作业温度
- 7. 符合规范的图纸、计算书（文件）
- 8. 使用器材清单
- 9. 适用标准和规范清单
- 10. 设备位置示意图

2.2 设备说明书

购买应该提供所需设备的完整的描述和说明工作场所，控制系统使用详细说明。

在此基础的控制系统制造商可依据这些说明进行系统设计和制造。

附录 I 为购方用于详细说明水上控制系统操作要求的表格；

附录 II 为购方用于详细说明水上控制系统操作要求的表格；

附录 I 和 II 还提供了购方对控制功能详细说明的清单。

水上和水下系统制造商的设计以及元件的选取应保证产品条款、次卖方材料和制造方自己的设备满足或就于相关工业标准和本说明书。

水上和水下控制功能回路应具有自控性，这样当一个元件泄漏和破坏时并不影响其它功能的进行。

2.2.1 地面 BOP 组控制系统

2.2.1.1 响应时间

一个功能的动作与完成之间的响应时间是以 BOP 或阀关闭和密封为基础的。对地面 BOP 而言，BOP 控制系统应能在 30 秒内关闭每一闸板 BOP。孔径小于 18-3/4 英寸的万能 BOP 的关闭时间不应超过 30 秒，对于 18-3/4 或以上大小的回路不应大于 45 秒。节流阀和压井阀（不论开或关），其响应时间不应超过最短的闸板关闭时间。关闭响应时间的量测开始于任何控制面板上关闭功能起作用的时刻，到 BOP 或阀被有效关闭密封后停止，等操作压力恢复到通常设定时，可考虑 BOP 关闭，如果要考虑确保密封，则要进行 BOP 下面或通过阀的压力测试。

由制造商计算，模拟测试或现均 BOP 试验来举例证明与响应时间说明书的一致性。

2.2.1.2 液压油和油箱

应按 4.3.4 节来选取适用的液压油。

水基液压油通常是水和水溶性润滑添加剂的混合物。当环境温度在冰点或冰点以下时，

应提供足够的乙二醇或其它控制系统制造商接受的添加剂同水基液压油混合以防止结冰。

液压油箱容积应至少为蓄能器系统有效容积的 2 倍。如果安装有氮气备用系统时，空气出口应足够大，以避免在液压油、氮气传输过程中，油箱出现增压现象。在装入液压油之前，油箱应进行清洗，所有对焊缝、机切割件，矿或其它残留物进行冲洗。

2.2.1.3 泵的要求

至少要有两套泵送系统，每套都有独立的专用能源，每套泵系统应具有充分数量的泵和容积来满足以下的动作要求。

当蓄能器不工作时，泵系统应能关闭一台万能 BOP 和打开液控节流阀，能在 2 分钟内提供最小的系统工作压力。所有泵同时工作时，应具有在 15 分钟内给整个蓄能器系统充液使其从预充压力达到控制系统最大额定工作压力能力。

相同的泵系统可用于为 BOP 组和分流器系统两者同时提供压力油进行控制的能力。每套泵系统应提供到一个相当于系统工作压力的溢流压力，气动泵系统应用不超过 75PSIG 的气压来达到工作压力。

应至少有 2 个限制泵出口压力的装置来保护每一套泵运行。一个装置用来限制泵出口压力，使泵出口压力不会超过 BOP 控制系统的设计工作压力；另一个装置通常为溢流阀，溢流量至少相当于泵系统的设计流量，设定溢流压力不超过设计工作压力的 1.1 倍。

用于保障泵超压的设备应直接安装在控制系统供应蓄能器之间的油路上，并不需要单独的阀或其它达到特定目的的手段。当系统压力降低至系统工作压力的 90% 时，控制泵的电器或气计装置应随时工作使泵自动启动，并当系统工作压力正偏差为零，负偏差为 100PSI 时，泵能够自动停止。

2.2.1.4 蓄能器瓶和歧管

蓄能器应满足 ASME 第 VIII 节第 1 部分的设计要求，并要有 ASME 1A 证明文件。

蓄能器系统设计要保证单个蓄能器和/蓄能器组的压力损失不至于导致整个蓄能系统蓄能能力损失超过 25%。对每个蓄能器缸应配有压力阀和泄流阀以便检查蓄能器预充压力或使油流回液压油箱。蓄能器只能使用氮气进行预充，不能用空气或氧气预充。用于 BOP 元件和专门情况下推荐的预充压力在蓄能器或蓄能器组上的永久标牌上说明。预充压力不能超过蓄能器工作压力。

2.2.1.5 蓄能器容积要求

泵不工作时 BOP 控制系统应具有最小的贮存液压油的容积（VR）以满足如下两个要求：

1. 井筒压力为零，防喷器组中的防喷器处于全开位置时，关闭全部防喷器所需的容积再加上 50% 的贮量。
2. 关闭全部防喷器后剩余的贮存在蓄能器中的液压油的压力应超过关闭防喷器组在最大额定井筒压力下的任一闸板防喷器（不含剪切闸板）的最小计算（用防喷器关闭率）操作压力。

2.2.1.6 液压控制歧管

来自于替换源的控制油液座提供给阀，这个阀的阀口尺寸至少等于控制歧管的管路尺寸。当不用时这个阀口应予以堵塞。应至少提供两个独立的液压控制回路，它们包括：

2.2.1.6.1 液压控制歧管万能 BOP 回路

液压控制歧管上的一套控制回路应能操纵环状 BOP 回路中的元件应包括一个能把支路上游的压力降低到能满足 BOP 制造商推荐的油液压力水平的压力控制阀，压力控制阀还要能对支路下游的压力变化做出足够录取的反应，以便使调整压力处在 $\pm 150\text{PSI}$ 。

环状 BOP 压力调节阀应能遥控，受动换向阀和压力调节阀应能在遥控功能失效时允许并闭环状 BOP 和/或保持调整压力。

2.2.1.6.2 用于常压功能下的液后支路

本支路包括一个常态下的压力回路，回路中备有一个能对典型 BOP 设备进行压力调控的阀和截止阀，支路应备有支路旁通调节阀或通过其他方式使支路调节阀短路，以便把调整压力与其换成用于操纵功能的蓄能器的压力，把支路设计成紧急状况下整个子系统设定工作作用下能其作用。

2.2.1.7 远程控制台

至少应提供一个远程控制台。这是为了保证至少有两个地点可对控制系统的全部功能进行操作。司钻应能方便地靠近远程控制台。司钻远程控制台的显示必须用实际 BOP 组的图形符号来安排。远程控制台功能如下：

1. 控制所有操作 BOP 组、节流阀及压井阀的液压功能；
2. 应用于海洋时，显示控制阀位置和电泵运行；
3. 对万能 BOP 调压装置的压力设置进行控制；
4. 对支路旁通调节阀或短路阀提供控制，或交替地为支路调压设备压力设置提供遥控；
5. 司钻台面板应配有以下读数显示：
 - ① 蓄能器压力
 - ② 支路调整压力
 - ③ 万能 BOP 调整压力
 - ④ 井架气压（仅用于气控台）或低气压报警（电控台）
6. 用于海滨井架的钻井另外需装有听觉或视觉警报器，用于显示：

- ① 蓄能器压力低
- ② 井架气压低
- ③ 液压油箱液压低
- ④ 能源备力板（可选）

2.2.1.3 电力供应

当主电源断电时，用于电动--气动和电动--液压控制台的电力供应应能够自动切换到备用电源。如果主电源断电时，备用电源应能至少维持 2 个小时的远程控制作业。

2.2.2 海（水）下 BOP 架液压控制系统

2.2.2.1 响应时间

水下 BOP 架应具有在 45 秒或更短时间能关闭每个 BOP 设备的能力，对环状 BOP 设备的关闭影响不应超过 60 秒。对于阀堵塞或失效的响应时间不应超过最小的设备关闭响应时间。对 LMRP 的升锁响应时间不应超过 45 秒。对响应时间常规的测量起始于任何控制面板上功能起作用时，到压力表读数恢复到正常设定时为止。由制造商计算，模拟测试或现场 BOP 架试验来举例证明与响应时间说明书的一致性。

2.2.2.2 混合和贮存设备

控制系统油箱可用容积应至少等于蓄能器的总容积。油箱内最高液面以上应用足够空间以便允许蓄能器的最大储量都流回油箱时不至于产生溢出。

润滑/添加剂箱应按用于混合控制系统的预期最大比来定尺寸，并且应包含足够的润滑/添加剂来混合到 10 倍于控制系统所用蓄能器总容积。

如果需要的话，还需备有 ETHYLENEGLYCOL 贮存器，在控制油将会被暴露的最小预期合适温度下，用 ETH 与水的最大预期比来定容器的体积。容器内应含有足够的 ETH 来混合至少相当于控制系统所用蓄能器总容积的 1 到 1.5 倍的容积。

装配听觉或视觉警报器是为了每个贮存器内液位低时给出指示，应把警报控制设定在望贮存器可用容积的 75% 液体排出时做出反应。在主面板，钻井和辅助遥控板上警报器能够发声和闪烁。

每个贮存器应有清洗口以便清洗，为防止过压，每个贮存器应有合适的出口以便使其流量大于流入贮存器的流量（包括蓄能器）出口本身不能被堵塞或被罩住，清洗口直径至少 4 英寸。液压油混合系统设计成自动工作，查混合液贮存器达到最高液位时系统必须自动停止，当最低液位降到填充发截止液位以上不超过 10% 时混合系统必须能自动启动。在一个预期较适合的温度下，混合系统应具有以一种较位适合防冻的混合比进行液体混合的能力，系统所能提供的出口流量应到达等于泵系统的联合排出流量。在装入液体前，应对贮存器内所有焊缝和切割部位，矿或其它残留物进行清洗。

2.2.2.3 泵系统

海下 BOP 控制系统应具有至少两套独立的泵系统（基本与辅助），在 15 分钟内，所有泵同时工作应具有给整个蓄能器系统充液使其压力从预充压力达到系统最大设定工作压力能力。对由单独的泵进行供油的先导控制系统也应提供独立道路蓄能器，如可能的话，这个泵即可用气源也可用电源来驱动。气泵应具有给蓄能器提供至少 75PSI 工作压力能力，如果先导泵不工作时，主西半球系统应能够给先导蓄能器进行供油。做为替代物，要提供旁路先导系统泵。泵系统应具有自动工作的控制能力，主泵控制系统应设定成在 BOP 控制系统最大工作压力出现时能够使泵自动停止运转，当控制系统蓄能器压力降低到设计工作压力的 90% 时，泵又能自动启动。辅助泵控制系统与主泵控制系统原理相似，不同之处在于辅助泵系统的设立压力稍低于主泵系统，这样就防止两套泵系统同时工作。当系统压力小于 BOP 控制系统设计工作压力的 95% 情况，辅助泵控制系统应使泵处于工作状态，当系统压力降低到设计工作压力的 85% 时，辅助泵必须启动。考虑过压保障的相关资料见

2.2.1.3 节。

2.2.2.4 蓄能器用于歧管

用于水下 BOP 架液压控制系统的蓄能器和歧管应满足 2.2.1.4 要求。

2.2.2.5 蓄能器计算容积要求

水下 BOP 架控制系统应具有最小的贮存液压油的容积，当泵不工作时，以满足如下要求：

1. 在零井压情况下，开和闭所有典型 BOP 设备和 BOP 架上的环状 BOP 设备的容积占贮量的 50%；
2. 并所有 BOP 设备环状 BOP 打开和关闭，残留在蓄能器中的压力系统计算最小工作压力，计算最小工作压力应大于下面两种情况下最小设备工作压力种较大的一个；
3. 在最大设定井压情况下，要求关闭所有 BOP 设备（除剪切管）的最小计算工作压力；
4. 在最大设定井压情况下，要求打开或维护开启任一堵塞阀的最小计算工作压力。

蓄能器应安装在水下 BOP 架上以便降低响应时间和/或做为备用动力源。要采取措施防水下蓄能器中的油液流会到水上蓄能器中，这些可防止备用动力源的失效，水下蓄能器容积计算值应能够补偿每英尺垂直水深 445PSI 的静压梯度，充氮压力不要超过蓄能器设定工作压力。水下蓄能器应在水下安装一个阀，而这个阀的控制是在水上进行，用于切断给蓄能器压力供应以便泵系统压力能直接作用于 BOP 架上某一功能。

2.2.2.6 控制集成

控制支管是对操纵和检测所有系统功能的阀、压力表、调节器和流量表的一种集成。这种集成体具有压力油供应，阀块和用于操纵水下控制自身单独的先导油块，先导油管有身也具有必需的阀来把先导信号传给水下所有先导控制阀，当控制集成块上的一个阀工作

时，先导信号就被传到水下控制阀，水下控制阀就开始动作使油液进入 BOP 或其它功能件对其进行操纵。水上调节集成使用了液动调压阀来为水下调节阀提供液压先导信号。当井架设备不能工作时，也要造成水下调压阀设定值的失效，同时也不能造成水下调压阀遥控功能的失效，要考虑人工干预和水上调压阀的控制。对装油控制阀的水上集成块要有一套独立的先导供应（气动或液压）来提供远程操纵，先导供应的失效不能影响人工对控制系统的操纵。当气源或电源失效后，遥控引导应允许对所有水上控制阀进行一到两次的操作，井架上备用的设备由用户自己提供。

先导系统应具备这样的元件，即通过遥控面板上先导信号的感应能够显示 BOP 的位置。液压控制集成上还应装有流量表来测量从泵或水上蓄能器供给到水下的油液体积。

液压控制集成上还应装压力表，来显示蓄能器，压力先导系统压力，水下主供油压力，水下调压先导压力，水下调后压力，水下已不形 BOP 调压先导压力，水下环形 BOP 调压压力和井架上气压，集成上要包含听觉、视觉警报器，对蓄能器低压、低气压，混合液贮存器低液位、主电力供应失效和先导压力过低给出警示。

液压控制进程块上的所有功能可在钻井面板进行远程操作，见 2.2.2.7.1

应设计控制集成的界面以便使所有控制信号和压力油供应能到达 BOP 架上的梭阀。每个补偿 POD 可在 BOP 架任一设备的操作设有失效的情况下，通过另一 POD 单独对水上设备进行补偿。关键功能，如剪切装置，钻头和起升接头以及接头辅件。对其的控制阀操纵杆或按钮应加盖板或采取其它措施来防止误操作，盖板不能干扰远程操作功能，每个阀，调节用，或表具应给出清楚的标签来显示其功能，每个控制阀另外还应指出它的位置状态。

2.2.2.7 液压集成电子要板界面

2.2.2.6 节中所描述的集成控制功能应在每个遥控板上和钻井板上进行指示。把所有面板按同一种方式进行设计和连接，这样当一个面板上的元件失效时并不影响另一个面板的

指示或操作。为防止对任何一种功能的误操作，每一个面板应有“按和保持”开关以便对关键功能进行操作，对这些功能有必要表示出专门按钮和“按和保持”按钮。

设计灯测试开关来保证所有先导等的完整性。

控制关键功能的开关，如剪切装置、钻头连接器，提升接头，接头辅助件和 POD 阀等，应加保护盖板或采取其它措施来防止误操作。

2.2.2.7.1 钻井面板

钻井面板显示应按 BOP 架/LMRP 图形所代表的客观设备来安排，它应至少包含以下功能：

1. 控制所有与 BOP 架，LMRP 架，堵塞阀相关的功能。
2. 显示当前所有动作的位置，当动作位于中心或堵塞位置时，显示最终的状态。
3. 提供对环形 BOP 调压器和集成调压器的远程控制，本控制与 2.2.2.6 节所描述的控制集成不干扰。2.2.2.6 节中任一遥控操作的失灵不应造成水下调整器压力调整值的失效。
4. 应提供以下压力读数显示：
 - ① 蓄能器压力
 - ② 水上集成先导压力
 - ③ 水下环状 BOP 调整先导压力
 - ④ 水下环状 BOP 调整压力
 - ⑤ 水下集成调整先导压力
 - ⑥ 水下集成调整压力
 - ⑦ 气压
5. 提供一个可重新设定的流量表,来显示水下动作操作所用的总容积.
6. 提供如下带听视觉警报器的指示或警示灯。

- ① 蓄能器低压
- ② 集成先导压力低
- ③ 气压低
- ④ 混合液面低
- ⑤ 润滑液面低
- ⑥ GLYCOL 液面低（另选）
- ⑦ 主动力源使用指示灯
- ⑧ 泵运行指示灯（对电机驱动泵）

2.2.2.7.2 辅助遥控或工具推进面板

辅助遥控板应装在远离钻台的地方，最好装在工具推进办公室或靠近救生船，这个面板应按 BOP 架/LMRP 所代表的图形符号来安排，它至少包括以下功能：

1. 控制所有与 BOP 架：除钻头连接辅助件和 POD 门外包含有堵塞阀的 LMRP 架有关的动作；
2. 显示所有动作的位置；
3. 提供指示一和警报灯为以下情况：
 - ① 蓄能器低压报警
 - ② 集成小大低压报警
 - ③ 低气压报警
 - ④ 混合液位低位报警
 - ⑤ 润滑液位地位报警
 - ⑥ 主动力源使用指示灯
 - ⑦ 泵运行指示灯（对电机驱动泵）

4. 辅助遥控板应显示以下压力读数：

- ① 蓄能器压力
- ② 水下环状 BOP 调整压力
- ③ 水下集成调整压力

5. 辅助遥控板应显示一个可重新设定的流量表总读数来显示水下的操作所用容积。

2.2.2.7.3 电力供应

当主电源失灵时，提供给控制集成遥控板的电源能自动切换到替代电源。辅助电源不能被切断，并且当主电源切断时应能至少维护 2 小时用于遥控功能的操作，它并不给泵系统供电。

2.2.2.8 软管卷轴

软管卷轴，鼓半径应大于或等于水下脐盘制造商所推荐的最小弯曲半径、卷轴驱动扭矩至少位预先最大扭转载荷的 1.5 倍，扭转载荷是由分开的软管未受支承的长度所产生的。同时要考虑软管内油液的重量和水下部分浮力的影响。

当软管被收集中卷轴上时，要在软管卷轴上装配一设备来防止轴鼓的旋转。

软管卷轴抽鼓上应装有刹车器来控制失控的电机。刹车器应能承担所有水下脐盘尺开悬在水中时的重量。

软管卷轴轴鼓还应装有机械锁定装置，来把软管卷轴集成和连接盒定位在合适的位置。

要对软管卷轴集成进行油液以应付直接暴露在盐水中的可能（见 4.3.5.2）

应提供两个独立的软管卷轴，每个卷轴与由软管来连接要在一起的水下控制 POD 进行清楚的识别，轴和响应的 POD 应涂成黄色和兰色。

2.2.2.9 软管卷轴集成

所有用于运转、着陆和修理 LMRP 和/或 BOP 架设备的功能应在远程着陆，修理器件

保持可用状态，这些功能清单应包括在操作手册中。

2.2.2.10 水下控制 POD

两个控制 POD：用于为所有水下动作提供过量控制。水上控制线路直接用先导命令信号操纵压力调节器控制阀和 POD 中的直通动作，每个控制 POD 都应包含用于操纵所有水下动作所需的压力调节器，阀和直通功能。

在 POD/脐盘处于同一地方时，应用脐盘应变释放/半径保护来防止边曲半径小于脐盘制造商所推荐的最小变曲半径。

当一个 POD 或肚脐出现故障时，应采取单独的措施来保证不影响另一个 POD 的操作或水下动作。

每个 POD 上应装由水下压力调节器来调整压力以确保指定动作的顺利进行，阀和调节器尺寸大小应按以下要求来定：即对每一动作的操纵应在特定的响应时间内给出所需容积。

PODS 应进行颜色编码、带条纹或用其它区分办法以便使水下照相机能对其进行辨别。

2.2.3 水下 BOP 架电液和多元电液控制系统

水下 BOP 架电液和多元控制系统必须象 2.2.2 对水下控制系统要求的那样满足相同的响应时应混合和贮存，泵的要求和蓄能器歧管和容积要求。

控制后系统电力（除泵系统外）来自一个或多个不间断电源，这些电源带有能至少对控制系统进行操作 2 小时的蓄电池。

2.2.3.1 电控单元

电控单元应按在安全干燥处，位于钻井平台上的面板能对所有控制功能和读数进行操作和监视。

当电控单元电力供应切断时，保持了原有功能记忆，当电恢复时，电控单元能自动把

所有水下功能恢复到断电前的状态。

2.2.3.2 电缆

使用两套独立的水下电缆，一套电缆的断开、开路、短路不应使水上设备停止工作，连到另一套电缆的指挥台应能保持所用功能。

从电控单元到电缆卷轴进行铺设电缆的船沿不同路线进行，这样可降低两套电缆同时受损的可能性。

每套电缆应具备所要求的全部通讯和/或电力供应指挥人员，他们通过一个指挥台可对全部水下动作进行控制。

电缆的扭矩必须平衡以免打结或缠绕。把电缆设计成能至少承担 2 倍预期载荷的能力，预期载荷大小为电缆站看后未受支撑时所产生的载荷，在电缆集成中不应该用导电和绝缘体做载荷支撑件。

所有水下电盘上电缆端头当连接器破坏或泄漏时应能防止水进入电缆，当水侵入电缆时应能防止水在从电缆进入水下连接器端头。导体端头连接处应确保海水的入侵不能造成电力短路，用含有绝缘液的压力补偿连接盒能起到以上的作用，水下连接器应带有压力测试端口，来保证配对的前头一千座的密封完整性。

2.2.3.3 电缆卷轴

把电缆卷轴设计成在展开或收回电缆无扭矩或损坏。用于运转、着陆、收回 LMRP 和/或堆架的所有电控功能和电源在运转、着陆收回器件应保持充分的主动性。

在满扭矩输出时，电缆轴刹车器应具有使电缆卷轴停转的能力。

机械锁住装置应能锁定鼓形圆桶。

电缆卷轴所有元件应具有与卷轴安装处爆炸危险相关的地域划分相适应的环境等级要求。

所有电线端头、滑环灯应防潮处理并适应安装地方的等级要求，如果需要，所有元件集其安装应有代理商详细的论证同意说明。

滑环接触器集成采用与环境温度相适应的无氧化材料，接触器设计成尽量减少两个接触器之间出现火花的可能性。

滑环接触器材料的设计要考虑到减少磨损，防止造成信号衰减和短路的传导尘的出现。

2.2.3.4 水下控制台/集成管和电气设备

为对水下所有功能进行多余控制，应提供两套电子和/或电液控制台和集成管，在电缆和控制台交接处应保证电缆变形得到释放。

当一个控制台/集成管出现故障时，它不能影响另一个控制台/集成管或水下功能的操作。

每一个控制台/集成管上应装有水下压力调节器保证对每一个设计功能今年形恰当的操作。阀和调节器的尺寸选取应能满足每一功能在特别响应时间内容积的要求。

2.2.3.5 水下电器设备

对那些有可能暴露在海水中的所有电连接器应进行保护当水入侵连接器时以防水下电力供应系统电流过载。所有用于水下的电器设备要具有温度等级，当它们暴露在周围环境条件下时，不需辅助冷却或加热就能进行连续的运行。

当钻井插件程控设备进行机械保护时可能导致机械振动，所以对所有水下电器设备设计时要尤其注意使其能适合在这种水下情况中使用。

不与 BOP 控制系统直接关联的水下辅助电器设备应该用以下方式进行连接：当辅助设备破坏时，对 BOP 控制系统造成损害。

所有水下电器设备暴露在海水中的表面应绝缘。

在所有暴露在海水中或静压下的电器或电子室应双密封，同时应具有一个测试口。有

些电器元件内充有绝缘液与补偿堆架周围环井压力，包含这些电器元件的电室可用单层密封。

2.2.4 转向器控制系统

总则----转向器控制系统设计成能防止带转向的钻井的关闭，这就要求在关闭转向器环状密封装置和泥浆系统开启阀之前打开一个或多个通风管。开启通风阀与关闭泥浆管阀（回）的操作应在转向装置压紧器关闭前进行。用于操纵转向器系统的泵和/或蓄能器即可与发脾气控制系统共用液可以专用一种转向器系统。

如果主关闭系统失效时，应该有一种替代措施（油液贮备供应）来使转向器系统顺序动作。这可由代用泵系统、独立的蓄能器、贮备氮或其他措施来实现。备用系统能满足 2.2.4.1 所推荐的要求，备用系统经要求应能自动运行或可选运行。

2.2.4.1 响应时间

转向器控制系统应具有以下功能：操纵通风管和流量阀，如果压紧单元有一个 20 英寸以下的名义孔时，关闭管子上的环状压紧单元或打开孔洞在 30 秒完成，对名义孔超过 20 英寸的单元来说，转向时控制系统应具有在 45 秒内完成操纵通风管和流量阀并关闭正在使用的管路。

2.2.4.2 油箱

用于转向器控制系统的油箱尺寸至少为用于操纵转向器设备的蓄能器体积的 2 倍。

2.2.4.3 泵的要求

用于转向器控制系统的泵系统应设计成当蓄能器达到设计充液压力时泵自动关闭，当蓄能器压力降到设计压力的 90% 时泵能自动重启。另外还应设计含有辅助过压保护装置（如溢流阀）的自动压力控制系统。溢流阀能在压力不超过蓄能器设计充液压力的 110% 时对过压年升毫年个 释放。把溢流阀设计成在低于设定压力 25% 情况下能自动复位和关闭。

泵系统必须设计成当一个完整的转向动作完成后，在 5 分钟内能全面完成给转向器控制系统蓄能器充液的能力。

2.2.4.4 蓄能器容积

在泵工作时，控制系统蓄能器应具有充足的油液体积，贮存体积的一半提供出来可用于操作所有转向功能。

2.2.4.5 转向控制总成

转向控制总成包括控制阀、调压器和量表。控制阀的安装要能代表实际转向器设备的安排顺序，并能清楚地指示出阀的功能和动作位置转向控制系统应设计成：除非通风管被打开，禁止关闭转向压紧器。如果干如式压紧器没有锁住或供液管密封和上面式压紧器没有提供压力时，而且使用的转向器装配有赶入式压紧器和压力式密封供液管情况下，控制系统电路来防止关闭转向压紧器。

等转向压紧器不是在井的中间被关闭时，如果需要的话，控制系统应具有把流动从一个通风管转换到另一个通风管的能力。

所用调压器必须能把操作压力减小到制造商对元件限制范围内，还应能在所推荐的造作参数内进行调整。如果溢流阀用于限制最大压力的话，它们应具有自动复位功能，并且在压力降到溢流调整值的 25%时必须复位，贮气或氮气备用系统，在钻探设备气压损失时，能提供气源来操纵所有气动功能至少两次。

2.2.4.6 控制板

所有转向控制功能应在远离钻井平台的地方遥控操作，在远离平台的地方提供主液压控制板，遥控功能的损失不能干扰或改变主控单元的自动顺序。

2.2.5 制造说明文件

系统装配和购买和制造过程中所遇到的设备说明文件应由控制系统制造上建立和使用。这些文件应包括：

1. 购买控制说明书
2. 工程说明书
3. 制造标准
4. 质量控制程序

第 3 部分 单一系统设计验证

3.0 按照本规范对单一控制系统的验证要求的文件和试验包括：

3.1 文件 所有文件均应标明日期、版本号，如适用的话应标明。每份文件应均由对其完整性、准确性及正确发放负有职责的人员签字。

3.1.1 试验程序

试验程序应为书面形式，标明日期，并由对产品复合适用规范负有职责的工程负责人签字。试验程序至少包含以下各项：

1. 参考文献清单；
2. 试验设备和仪器清单；
3. 人员安全指南；
4. 试验前试检查、准备和装配要求；
5. 以下内容的详细指南（如适用的话）：

5.1 冲洗和液压油清洁度要求

5.2 服务设施验证

5.2.1 电动机电压、频率、相位平衡、安培和绝缘等级

5.2.2 供气压力和操作压力降

5.3 静水压试验要求

5.4 操作限制值设定

5.5 功能要求

5.6 记录和资料要求

5.7 试验后程序，保存及防护要求

6. 质量证明和验收标准

7. 特殊事项

3.1.2 证书 应可提供以下证书：

3.1.2.1 静水压试验证书：

承受内压为 250PSI 及其以上的管道和元件应由控制系统制造商提供静水压试验证书。压力测量装置和传感器应试验至设计工作压力的满程。管道和容器在厂试验时应试验至设计工作压力的 1~1.2 倍，设备应在 1~1.2 倍工作压力进行测试，现场试验时试验至设计工作压力的满程。在试验压力稳定后保压 5 中。应可提供试验记录表，日期、见证人，以及试验使用设备的编号均应在试验记录上标明。

3.1.2.2 危险区域/电器证明

对所有用于在 API RP500 中规定的易爆环境中的电器设备和仪器，制造厂的合格证应标明适用的电器规程。

3.1.2.3 蓄能器证书

只有配有 ASME-U-IA 报告的无焊缝蓄能器才能接收。焊接式蓄能器应该带有焊接和 NDE 报告和静水压试验报告以及厂商的设计证明，并且厂商的要求要满足 ASME VIII SECTION、I DIVISION 中设计准则。

3.1.2.4 溢流阀证

溢流阀应单独测试，并且用一个与静负荷试验装置相比流量较低的试验装置进行调整。溢流阀设定和操作的验证由阀制造商提供，并对设定值及溢流阀复位压力给出安全说明。用于蓄能器系统的溢流阀应在设定压力的 25%能够复位。另外还需要对溢流阀进行测试来确定当不超过其设定压力时通过溢流的最大流量。还应确保系统具有充足的溢流能力满足 2.2.1.3 中流量要求。

合格证

厂商的合格证书应说明本文件所规定的有关设计、制造、试验和防腐蚀方面的要求满

足预期使用。所有与设计、制造、试验有关的记录应由厂商及时地编成正式文件并保留。

3.2 控制系统质量鉴定试验

要求对控制系统样机进行质量鉴定试验、控制系统样机是制造商商的第一次成形的系统或是由未经验证过的主要元件制成的系统。应进行厂内试验以证明控制系统样机满足本规范所规定的关闭时间的要求（见 2.2）。对用在水下的元件来说，用在装有蓄能器的防喷器上，其计算容积应与水上蓄能器罐相适应，水上蓄能器与水下蓄能器排出体积相似。在最长设计深度，最大流量要求情况下，要对装有硬导管的升降器计算，对类似压降的软管来说是在厂里进行测试。当补偿水下水压梯度时，报警蓄能器不应充压到超过容器设计工作压力。应对蓄能器系统进行测试来保证蓄能器减压阀在下列情况下不偶然关闭。

1. 当至少 50% 的蓄能器隔离不使用，余下的蓄能器充满时，关闭泵系统。
2. 当记录蓄能器系统压力时，通过把调节器和控制阀调到最大时供给蓄能器流量。
在限制流量情况下对控制管路损失的模拟能用来补偿控制管路尺寸和长度。
3. 其蓄能器压力平稳地降到预充压力，然后再降到 0 压（流量读数可显示）。
4. 关闭流动通道，然后检查每个蓄能器的预充压力来保证预充压力没有损失或由于对蓄能器减压阀不止当操作而造成的堵塞压力的出现。关闭流体通道等待至少 15 分钟以使温度稳定。
5. 对剩下的蓄能器进行同样的试验。

第 4 部分 材料要求

4.1 承压件

所有承压件或孔压件（15PSI 或大于 15PSI）需要提供形成文件的标准材料规范（如 AISI 或 SAE 规范）或制造商对所需金属材料的书面要求。

4.2 制造材料

4.2.1 结构钢—结构钢要符合制造商的规范。制造商的规范规定钢的最小强度、分类和等级。不能使用性能不详的钢。

4.2.2 钢组----钢应按强度水平和焊接性能进行如下分组

a. 组 I 指低碳钢最低屈服强度不超过 40KSI (280MPa)，含碳量通常不超过 0.4%，这些钢按 AWS D1.1 中所说的任一焊接过程进行焊接。

b. 组 II 代表中强度钢，其最低屈服强度在 40KSI (280Mpa) 到 52KSI (360Mpa) 之间，含碳量大于 0.45%，这些钢要求用低氢焊接程序。

c. 组 III 代表高强度钢，其最低屈服强度大于 52KSI (360Mpa)，使用这些钢时要考虑以下几点：

- (1) 可焊性和所需专门的焊接过程；
- (2) 在高应力情况下使用可能造成的疲劳问题；
- (3) 与其它断裂控制要素相关的刻痕韧性，例如：制造，检测过程，使用应力和温度环境。

4.2.3 结构型材和板材规范

除非设计另有规定，结构型材和板材应符合 ASTM 标准所列出的规范要求。

4.3 采购产品

总则----在本规范中，采购产品定义为由控制系统制造商所购买的用于构建钻井控制设

备的控制系统的产品。

采购产品是指按分供方所建立的规范和文件产生的产品，而不是由控制系统制造商制造的。

产品条款应满足或超过专门用在控制系统中的工业标准。

用于本说明的目的的产品条款被细分成 5 部分：

1. 压力元件；
2. 电器或电子设备及安装；
3. 机械设备；
4. 流体和润滑；
5. 保护；

4.3.1 压力元件

4.3.1.1 压力容器

总则----内外操作压力在 15PSI（103Mpa）以上时，压力容器应满足或优于以下的强制性要求：ASME 锅炉和压力容器代码，Section III, Division I，压力容器结构准则。

4.3.1.1.1 蓄能器

以 1 和 1.5 倍最大工作压力来对蓄能器外壳进行流体静力测试，由 ASME 检测员所见证的流体静力测试证明应该通过适当的检测永久印章来固定在每一个蓄能器外壳上，另外还应包括永久固定的系列号。对每一个系列号的设备来说，用于接受蓄能器外壳试验的书面测试报告用控制系统制造商保留，对最初的蓄能器外壳制造商有关的可追溯材料也应保留。

在最终构造装配完成后的包含所有元件的预充气蓄能器并压应在最大设定工作压力进行流体静力测试。

控制系统制造商应保存包含静水压试验圆盘记录纸在内的质量历史文件，以证明每一打 3 系列号的设备在试验压力（ $\pm 1.5\%$ ）下稳压后至少 5 分钟（见 3.1.2.1）。压力稳定应有充分的时间以消除预充氮气的温度效应。

4.3.1.1. 2 受到外部压力在 15PSI 以上的非压力补偿容器及用在海下的容器，其内部压力不以防止压差的方式来补偿时，容器遭受的静水压小于 15PSI，这两种容器应按 ASME, Section VIII, Division I 原则来设计。

对这些容器应在以明显的方式作出永久标记，以标识容器设计使的最大水深。应对容器进行试验和证明在容器处于所设计的最大模拟水深下容器的密封性和结构强度。

4.3.1.1.3 在与防喷器和转向控制系统相连外，用作应急备有系统的氮气缸至少应满足传送说明部分 3AA2015。氮缸应印上刻印检测标记，定位标记，测试日期和供货方标签。

4.3.1.2 管，管路和连接器

用在内压超过 15PSI 的液压或气压回路中的管、管路和连接器应与液体或气体压力相匹配，另外其最小损坏压力至少是元件所受最大压力的 3 倍。对管路设计的特定要求参见 ANSI/ASME B3.1.1 和 B3.1.3 的最新版本。特定要求包括材料应力等级、接头或附件降压，操作细则。

4.3.1.2.1 软管和软管接头

软管的破坏压力应由实际对大量样品进行测试后确定并由软管制造商进行保证。如永久连接的话，测试还应包括端接头。在 1.5 倍的设计工作压力下对软管总成进行测试。

4.3.1.2.2 火焰测试

对地面防喷器或位于 1 分区的转向器（由 API 500 对区域划分定义）所用的管路和管路中任一元件，在华氏 2000 度火焰中应能对通常的操作压力进行控制并能维护 3 分钟不发生泄漏（包括端接头）。对用在连接控制系统到井控设备的软管来说，耐火性测试应按

下列方式对典型的样品进行测试。

1. 测试样品应与压力端口匹配，大约取 12 英寸长并带有一个端头连接器，然后安装在测试设备上，测试设备能对测试样品至少 180° 范围内维持 $2000 \pm 100^{\circ}$ F 的火焰温度。
2. 样品接到与正常操作压力相等的可调水压浮上。
3. 在火焰区域安装热点偶来保证测试温度在以下地方的维持情况管接头到软管转换，沿软管从软管到接头转换处至少 6 英寸的地方。
4. 对经过成功测试的样品中典型的传输软管以内感以一种允许对测试样品和测试设备进行追查的方式来进行永久标记。控制系统制造商应负责保留他们按说明书所有提供的软管的测试证明材料。

4.3.1.2.3 螺纹和焊接连接件

管路和软管种金属元件应除毛刺并保持清洁，装配前不允许有碎屑和异物。如果螺纹连接时用到泵器氧乙烯带或费溶性螺纹制剂，那么在使用中要特别小心，对其应顺序冲洗来避免堵塞或控制系统元件，作用失效。液压管连接件设计应遵循 ANSI B31.3 最新版要求。连接件的焊接应由专业的焊工来完成，并要遵守应用法则和厂商所提供的工艺过程。

所有管路和管件的安装应由控制系统制造商在工厂验收测试中进行流体静压测试，测试压力为 1 或 1.5 倍的设计工作压力。供气管路或设备应进行气绝测试（每一个连接处用苏达液），气罐应复合 ASME 要求，并应防止过压。

4.3.1.3 无 ASME 代码的液压控制系统元件

本目录包含以下元件：控制阀、止回阀、压力调节阀、电磁阀、压力开关，压力传感器、量表、溢流阀、泵和放压系统中其他元件。液压控制系统中符合本说明的元件，应由元件制造商对其工作压力进行标定，工作压力应大于或等于元件可能泵受的最大系统压力。特定损坏压力应至少是元件标定的设计工作压力的 2 倍。

以上所有元件应在工厂验收测试时在系统设计工作压力情况下进行流体静压测试。另外，与电器电子设备相结合的液压和气动元件还应符合本说明 4.3.2 节中所到的电器和电子设备安装要求。

所有所在控制系统结构中的元件都应是新设备，元件的选择应基于这种元件在相似环井和应用中至少有 2 年的静力证明其性能可靠或者对其进行模拟循环测试，测试应在工作压力下至少进行 1000 次循环，不进行循环测试的元件应具有相当于 2 年的使用期。质量测试中所有的元件不应再用于传送的设备中。

4.3.2 电器和电子设备安装

4.3.2.1 所有电器元件应在它们将处的环境温度范围内在 100% 工作循环条件下标定。

4.3.2.2 所有用在 API RP500 所定义的危害环境中的电仪器应进行测试并证明它们适合用于这种环境中，测试公认的第三方测试代理商进行（如 FM、UL、CSA、BASE FFA 等）。

4.3.2.3 所有电器元件在正常标定压力范围内电压波动 $\pm 10\%$ 情况下应具有说明书中所说的操作能力。

4.3.2.4 所有电导体的绝缘性应在 1.5 倍的最高操作电压或 50 伏情况下进行标定。

4.3.2.5 所有置于外部的铜导体应至少是 18AWG 的多股绞线。在外部封闭或高振动的地方使用不太坚硬的导线。

4.3.2.6 电线的最大弯曲半径不应小于在超过设备预期的环境温度范围时，电线制造商所推荐的值。

4.3.2.7 应该以一种能防止由于冷凝液或露在盐度高的环境中而产生腐蚀的方式来设计和包装电器元件。所有露在不可控制的大气环境中电器元件具有 NEMA 4X 结构。

4.3.2.8 电路铭牌的安装要使振动对弯曲的影响最小。

4.3.2.9 所有安在元件商的插座在插入时应具有机械抗力。

4.3.2.10 所有控制室、闸刀、安装在升部的元件应等通过地线接地。所有电控或动力回路应与上面的按照系统绝缘。所有接地线的尺寸应根据固定电器标准按预估的最大损失电流给出。

4.3.2.11 当电路可能暴露在 I 级 I 分级危险环境 (API R P 500) 中时, 不能用半导体设备做为电路上绝缘。

4.3.2.12 所有包含一个以上电源的电箱应装有一个门或盖子, 并给出标签来显示电源数量和电压。所有包含电压 50V 以上的电箱应装有门或盖子, 并给出标签来显示可能出现的最大电压。

在 API R P 500 所定义的危险地方应装一个电箱来盖住那些非防爆电器。包含导线或电缆密封套的电箱应设计成满足或优于安装地点的专门要求。进入电箱处电缆密封套和电箱应由独立认证的权威人士给出适当的标签来说明区域划分。

4.3.2.13 所有内在要求安全的电路应使用蓝色接头、蓝色电线和蓝色标签进行标记来显示对内在安全电路的说明。另外, 所有内在要求安全的电路应通过独立电箱或绝缘板与非内在安全要求的电路隔离。

4.3.2.14 所有电线的最大电流应用最新版国家电器法规在实行设备制造和安装中来制定。

4.3.2.15 不要使用铝导线。

4.3.3 机械设备

防喷器蓄能器阀----这种阀要设计成减小内流的要求, 在压力辅助关闭关闭见效时应考虑弹簧关闭的有效性。对弹簧模型进行 1000 次循环试验并保持最小弹簧设计常数。所有防喷器蓄能器阀在正常操作压力下进行至少 1000 次的循环试验。连接阀和调节阀的带帽

螺钉应由抗腐蚀性。

在损害可能造成人员伤亡的地方使用管路限制器、软管、电缆和其它控制管缆来不能引起弯曲半径小于管缆制造商所说明的最小值。

对控制软管和电缆应设计夹紧装置，在维持包括软管或电缆自垂，液流和波动作用在内的最大荷载情况下进行试验、结构的材料应具抗腐蚀的对所有旋转设备管提供操作安全装置。

所有堵塞口应提供标定的旋塞来封住压力，并与足够的螺纹深度端合来容纳标定压力。

所有单向阀或梭阀应进行循环、压力和流量试验来确保在所有预期情况下功能正常。

在控制系统装配对应准备现场安装清单来帮助人员安装，这样可减少系统检测和验收试验中的修理和改正。

在工厂修理后，还应重复所有状态的功能测试来却吧所进行的修理从任一控制点来说没有对功能操作起到反面影响。

控制系统进出口----控制系统元件的装配要以一种能及时提供修理的方式进行。控制面板和阀的开孔要防止对其它功能产生冲击。

4.3.4 油液和润滑油

控制油液和润滑油是使用方的责任。然而，制造商应对与其设备相关的清洁、润滑、温度和环境安全性相关的最低要求。

4.3.5 阴极保护和油漆

4.3.5.1 阴极保护----用于水下的设备应具有 NACE 标准 RP-01-76 相对应的阴极保护，标准名称“石油声长相关的海上钻台用钢腐蚀控制”，制造商应按 NACE 标准对材料、尺寸、位置以及阴极保护安装方式给出详细说明。

4.3.5.2 油漆----腐蚀喷嘴清洁法：油漆材料和用法标准符合 SSPC 的推荐：结构钢油

漆损会对专门环境下安装指导。制造商应以书面形式对材料、使用和证明给出详细说明。

第 6 部分 质量控制

6.1 总则：本规范书包含钻井控制设备的控制系统

6.1.1 测量和试验设备

测量和试验设备上应标识以校准的日期、名称、校准员的编号及标准到期或校准周期。

使用测量和试验设备的人员必须具有使用这些设备的资格，并按照书面操作过程来使用它。这些操作过程要求测试结果的记录与预先确定的标准相对应。

损坏的、无效的或不满足校准要求的设备不能用验证对质量要求。

6.1.2 人员资格

质量保证/控制人员应具有相应培训和经历。书面形式的资格认证应予以保存，以备在审核要求时可随时提供。

质量保证/控制人员还需接受额外的培训，他们应对设备的要求和规范，操作过程及其权限内的职责有适当全面的理解。

6.1.3 质量控制要求

6.1.3.1 组织/操作过程 对所有质检人员给出书面的操纵过程和指导，并附上质量大纲。质量大纲应包括由制造负责人认可的质量手册。

6.1.3.2 质量工程

质量保证应设计到对设计、选材、说明以及早于制造图例的工程发行物的要求文件的评价。质量保证应体现在分配清单上，清单用于工程释放和改变与制造达成的变换货，质量保证应体现在用于工程变化要求的清单上。

所有标准、对所造产品说明或暗示的工厂制造程序和工艺都应在质量保证中得到证明。

6.1.3.3 内部工程检查

在制造过程中对装配和制造的各个不同阶段应家你控制点，进一步加工/装配可排除过

多检查，内部过程检查控制点不能被放弃或违背。重新加工时应考虑拆装检查，对部含规定的报告应做为对加工过程的违背、，应把他报告给制造商的负责人。

6.1.3.4 工厂试验

水下控制系统，如：控制面板、泵系统、电力供应、软管卷轴等，应按各自要求分别进行厂内试验。系统的厂内试验应把各集成系统做为的一部分来进行测试。

当子系统与其它制造商不能提供的设备相集成时，或其它设备时不同时间提的试验过程应对所哟参数进行说明，这些参数在部分试验中被测量来证明与说明书的一致性，试验应考虑内部过程，并第买方提供文件，买方可能提出要求进行最后的集成试验。

只有当厂内试验保证了与说明书的一致性时，水下系统方可进入市场。

注：现场集成试验应是买方和/或使用方的责任，并保证与 API 16E 推荐操作相一致。

6.1.3.5 收货检查

材料进入制造厂应由质量控制员进行检查，保证与相应的收货文件和说明书的一致性。

不合格的材料应按制造商质量手册处理。

6.1.3.6 运输检查

在所有维护、保护、包装、贮存、运输之前，对设备进行最后检查来保证，与买方说明书所要求内容的完整性和一致性，尤其注意以下保证：

1. 确认完毕；
2. 铭牌、商标和指示板的安装；
3. 所有系列元件的记录
4. 配置确认；
5. 安装尺寸和说明书；
6. 重量。

6.1.3.7 卖方审检，关键元件

对关键材料的供应方按政治质量手册进行评估、选择和控制。

6.1.3.8 报告

质量保证应内部检查制造商工程和制造过程、程序和效率来保证与制造商质量手册所要求的一致性。

6.2 质量控制记录

6.2.1 制造商保存的记录

下面列出了对一些要保存与的记录最低要求：

1. 材料说明书和证明书；
2. 危险区域证明书；
3. 流体静力试验图表；
4. 性能试验和测量；
5. 材料/元件清单；
6. 与 API 16D 说明书相一致的证明
7. 包括以下内容的合同资料：

用户名和买方定单号

制造商系列号

Ex-works 交货日期

目的地/钻井名称

API 印章（如可能）

制造商识别/模型号

8. 设计资料书（如可能）

6.3 型号证书

当一类元件至少有一个进行了与说明书一致性的确认，同类中其他元件按相同方式和相同说明书今年性制造时，商品条目、制造设备和元件可用类型证书。这种类型的随后的元件应按期进行检查来确保与说明书的一致性。类型证书的目的时减少每种品名文件，使用率高的元件的测试以及用做维修备品的测试。

在定期检查种出现类型证书与说明书部相一致时，应要求制造商告知用户同类设备的最后检查失败情况（书面）和必要的措施来保证设备的完整性。

第 7 部分 标识

7.1 临时标识

制造商在其厂址内收到的用于制造 API 16D 规范所列产品的材料应进行临时标识，以便需要时按文件对其进行跟踪。当制造进行到可以施加永久标识时，才可以取下临时标识。列有已除下的临时标识的永久标识应存在制造记录中。

对那些不合格的材料也应给出临时标识，直到不合格材料已按批准的程序处置掉。

7.2 永久标记

固定永久标记要防止以后装配时被盖住，对那些不合格的材料应进行明显标记来显示不合格。对要求进行在线检查和无损检查的材料应给出永久标识并追溯至检查记录。

7.3 追溯标记方法

临时标记可采用固定铭牌、粘贴标签或用漆涂写的方式，在标记可能与机加工、焊接等产生干扰的地方，操作者可以临时移开标记来进行加工操作，当操作完成后应马上施加标识。

永久标识可采用雕刻、印章、蚀刻、铸造或金属沉积法，这些标识必须是永久的并在完成装配后可见，这种标识方法还必须考虑到特殊用途下部件的一体性。

7.4 制造商标识

制造商应在每一个最终组件上施加至少一个永久标识。制造商也可按其意愿施加其他标识。

7.5 设备铭牌资料

铭牌应包括：型号、设备、名称和设备设计要求的容积等。

7.6 其他标记：发证机构所要求的标识应该机构规范要求。

证明依据所要求的标记应按依据的说明书来提供。

第 8 部分 贮存和运输

8.1 保护和保存

在装运之前，元件和装配件应排出其中的试验油液。作为例外，液压控制管缆可得保留其中充满的油液（由控制流体说明时提供的）。危险或温度的警示应明显地显示给托送人和管理人。外表的油漆和颜色，可由制造商选择，除非买方定货单上专门说明。应考虑所有合理的预防措施来防止运输当中造成对清晰的外表、螺纹或维修口以及操作部件的破坏。露在外面的口应进行堵塞。如果预期将延长元件和装配件的保存，那么，制造商应对将要采用的保存方法进行检查。

8.2 包装

把所有起点或说明明显地显示给托运人和管理人。

对出口运输来说，元件和装配件应安全地装箱或固定在垫本上，以便防止受损和方便吊装。所有封闭的电器和电子室从运输之日起应进行防潮保护至少 4 个月。

8.3 识别

元件制造的装配或系列号应用防风雨材料显示在元件上。如果元件用密封箱包装，除元件上需要标记外，相同的信息应永久地油漆在箱的外部。

8.4 安装操作和维修文件

每个控制系统或水下系统制造商应提供必要的文件，用于对设备的安装、操作和维修，这些设备在制造商供应范围之内。

8.4.1 可交付文件的格式

满足本说明书的安装、操作和维修文件应包含通常产品资料和手册和产品专用文件。

8.4.2 可交付文件的目录

应至少提供两套安装、操作、维修文件。一套由制造商在交付后保留至少一年。

目录（先后顺序可选）

1. 索引—目录表和信息位置

2. 合同信息包括

---买方购买定单号

---供方识别号

---供方合同信息

---交货月份

---保证信息

---供应范围

3. 技术资料（可选）包括：

---与 2.2 相应的设计计算

---与 2.1.1.3 相对应的温度设定

---与 3.1.4.3 相对应的区域划分，电器设备所作用区和气体群

4. 安全防护

5. 安装、连接和试验数据

6. 操作特性

7. 通常维修资料包括：

---推荐的预防维护和计划

---推荐油液、润滑剂和容量

---维护和关键备件的推荐清表

---故障处理方法

8. 产品特殊维修资料包括：

---材料清单和装配图用以表示可调换商品的确认和通常位置

---电器、液压和气动原理图用以表示点到点连接的确认

---内连接图表用来表示点到点内连接

9. 汇编/附录，列出文中术语定义和支持文件用到的原理图符号。

第 9 部分 参考文献

1. API RP16E 推荐的对于井控设备控制系统设计操作规程，1990.10.1
2. API RP14F 地面钻井平台、电器系统的设计和安装，1985.7.1
3. API RP500 推荐的石油设备中对电器安装的区域分级操作规程，1991.6.1
4. AWS（美国焊接协会）A2.4-8.6 焊接符号图
5. ABS 标准
6. ANSI Y32.10

汇编

蓄能器：一种冲氮压力容器，用于防喷器操作时贮存液压油。

蓄能器组：共用一个总管的多个蓄能器的总装配体。

蓄能器预充：初始往蓄能器充如氮气，当由泵打出的液压油进入用于贮存潜在能量的蓄能器后，氮气会被进一步压缩。

声控系统：一种水下控制系统，它用编辑的声音信号来进行通讯。声控系统通常用作应急备用来控制水量所选的关键功能。

气泵/气动力泵，用空气来驱动液压活塞泵。

环状防喷器：一种含有环形钢筋高弹性包装的设备，围绕整个钻管尺寸通过液压操纵进行密封和封闭，或者为井口提供全密封。

堵塞防喷器：一种具有压实器的防喷器，压实器之间互相密封，当钻管拔出时来封闭井口。

阻塞位置：3 位控制阀的中间位置

井喷：井内压力流体在无控条件下流出。

防喷器：装在井口的一种设备，对井口提供密封来限制井里的油液。

防喷器封闭率：一个无量纲因子，等于活塞面积除以柱塞轴面积。

防喷器控制系统：一种系统包括泵、阀、管路、蓄能器、油箱和混合设备、总管、小油管、控制面板和其他对防喷器设备液压操纵所必须的产品。

防喷器集成：包括井控设备的集成体，包括防喷器、卷盘、阀，连在井口顶部的接头。

防喷器集成最大设定工作压力：在一个集成对柱塞防喷器设定的压力控制。当柱塞设在不同压力时，防喷器集成最大设定工作压力应考虑等于柱塞防喷器最低设定压力，在不包含柱塞防喷器的集成中，防喷器集成最大设定井压应考虑等于最低的防喷器设定压力。

无扰动传输：从主电力供应源之间的传送，当电力中断时，不发生与之相关的信号丢失和/或记忆电路的失效。

单向阀、一种只允许流体沿一种方向流动的阀

节流管路：一种连在防喷器下部的高压管路，在井控操作期间把油液传送到节流总管。

节流和阻止阀：防喷器集成中所安装的阀，它连在防喷器下面，通过节流或阻止钻井提供进入钻井的入口封闭回路，一种液压控制回路，其中的油液被送回油箱。

关闭元件（封闭系统）：见防喷器控制系统

商品：控制系统制造商用在钻井控制设备控制系统结构上而购买的产品。

控制液：液压油或水基流体，在具有压力情况下对控制阀进行先导操作或直接操纵动作。

控制软管束：一旦先导供应或控制软管，集成在一起，通常外部盖有保护套控。

控制管路：柔性软管或硬管，用于传送液压动力油到某个功能。

控制总成：阀、调节器、量表和管子的集成，用来调节压力和控制液压油流向操作系统的动作功能。

控制面板：一个封闭体，上面显示出开关、按钮灯和阀，不同压力的压力表用来控制或监视系统功能，控制面板类型包括：转向面板、钻机面板、主面板、小或辅助面板。所有这些面板原理主液压总成，可以是气动，电动或液压驱动。

- a. 转向器面板---用在转向器和流线系统的一种面板
- b 钻机面板---钻台上靠近钻机位置安装的防喷器控制面板
- c. 主控制面板（液压或电动）---靠近主蓄能器单元安装的面板。包括调节器和量表在内的所有控制功能都可用这一面板来操作。
- d. 小或辅助遥控面板---安装在远处用作紧急储备的有限功能的面板，在近海钻台上，

它通常位于工具推进器办公室，在陆上钻台上，按在离井中心至少 100 英尺远且为信风的背风面。

控制台：阀和调压器的集成，对控制信号做出响应来指导液压动力油通过指定口进入操作功能。

控制阀（地面控制系统）：安在液压总成上的一种阀，它指导液压动力油进入选定操作。

控制阀（水下）控制系统：水下控制台上的一种先导操纵阀，它指导动力油来草某一动作。

转换口：附在井口或水中升降器上的一种设备，用来关闭垂直接口通道和指引流进远离钻台的管路。

电动泵：电力驱动液压泵，通常为 3 位泵。

电液系统：一种控制系统，用电信号来激励电磁先导液压阀来操纵某一动作或操纵一个控制阀，控制阀反过来操纵某一动作。

工厂验收试验：由产品的制造商进行的试验，来证实产品与性能说明和设备的一致性。

功能或动作：防喷器、堵塞上止回阀或其他元件一个方向的操作（例如：关闭压实器一个动作，打开压实器又是一个独立动作）

HAZ 热影响区域

软管束：见控制软管来

液压连接器：一种由液压激活的机械接头，它把防喷器集成连到井口，或把 LMRP 过到水下防喷器集成。

液压供应管：水中钻井提升器上的一种辅助管路，用作从水上到水下防喷器集成提供系统操纵液。

水中听音器一种能把声能转换成电信号的水下听力装置。

流：在控制台阀的活塞运动期间的动力液压油的损失。

跨接线：用于形成接头的一段软管或电缆，例如：软管卷轴连接盒到控制总成之间的连接。

接线盒（J-BOX）（电器）：用于安装电缆或电器端头的封闭箱，还可以按系统操作要求控制电器元件。

接线盒（液压或气动）：一种用螺栓固定的板，上面有多种类型终端装置，可进行多软管束到控制台，软管卷轴或总管的快速连接。

止回管路位于泥泵到防喷器下面接头之间的一种高压管路。在井控操作期间它允许液体被泵到井内或防喷器关闭时的环形器内。

LMRP（浅水提升装置）：两节式水下防喷器总成中上部的一节，它包括液压接头，环形防喷器，柔性接头，升降适配器，柔性止回节流管路，水下控制台。它与下部水下防喷器集成相连接。

限制开关：一种液压气动或电动开关，它显示设备的动作或位置。

总成：一种管路、阀或接头的集成，通过它来自一个或多个能源的流体被送到不同系统或元件。

操纵阀：三位方向控制阀。在中位压力入被阻止，操作口相连。

混合系统：一种用于混合一定量的水溶性润滑剂，甘醇（可选）和水的系统。混合后把它们送到贮存器或油箱。

多元：一种系统，它所用信号已被编码，然后通过导线对进行传送。它排除了对每一个所请求信号提供一种专门导线对的要求。

不可回收控制台：固定在 LMRP 上的控制台，不可回收。

先导液：一种液压控制液，它专用于先导供应系统。

先导管：一种液压管路，它传送先导到控制阀。先导管路通常应集合在一个公用管束上或脐盘上。

先导响应时间：传送一种压力变化从先导管一端到另一端所要求的时间。

管塞防喷器：一种具有两个相反柱塞集成的液压操纵集成，它径相内向移动壳封闭井内的管子和管塞，一种标塞，它空隙端头的轮廓可给管提供环向密封，来密封环状器的台：见控制台

饮用水：一种纯净可用于吃的水，在海滨钻台上，它通常由制水机来生产，为水下控制系统混合控制液压提供用水。

动力流体：直接操纵动作的压力流体。

PQR：生产过程质量记录

预充：见寻求预充

压力容器：对防喷器控制系统，压力容器装备内部压力流体的容器。

柱塞防喷器：一种用拉塞对井口压力进行密封的防喷器。

读回：对一种远程状态的显示

卷轴（软管或电缆）一种通常用电力驱动，保存，放出或收回控制软管来或电缆的脐盘。

调节器（压力）：一种把上游压力降低到可用压力的液压设备，可对器进行手工或远程操纵。除非重新设定一个不同压力，一旦设定，将自动维持所调走。

溢流阀：一种对液压或气动系统的任何过剩压力进行释放的设备。

遥控板：见控制面板

油箱：用于贮存防喷器控制系统流体的容器

响应时间：控制面板上任一动作开始起作用到动作完成之间的时间，对水下防喷器集

成，当压力读书恢复到正常设定值时认为动作已完成。

可恢复控制台：一种水下控制台，电路可远程恢复。

升降机接头（LMRP 接头）：一种液压控制接头，它把 LMRP 连到低位防喷器集成的顶部。

选择阀：三位方向控制阀，中位压力入口阻止，操作口阻止，剪切柱塞防喷器，柱塞具体切口可剪切井内的管子，同时柱塞可封闭和密封轴筒。下面的压力一种轮子或滚筒，它的断面设计成能使特定尺寸的绳子，电缆，电线或软管束以一种固定的弯曲半径缠绕在它上面，它通常用来改变线路方向或支撑线路。

截流阀：这种阀具有两个或多个压力供应口，但仅有一个出口。当流体流经其中的一个供应口时，内部的梭子就对另一个压力口就行了，使允许流向出出口。

电磁阀：一种电圈操纵的阀，用于控制液压，气动功能动作或信号。

废液（已用）：液压控制液，当相对的动作被操纵时，它从动作控制口被排出。

贮存液压流体体积：在蓄能器最大设计操作压力和预充压力之间，来自于蓄能器系统的壳恢复的流体体积。

直通动作，一种水下动作，它直接由先导信号来操作，并不与装有先导操纵控制阀的控制台发生联系。它的操作要求较少的流体体积，响应时间不是关键。

类型证明试验：由产品的代表样品制造上进行的试验，它证明了设计的质量，所以它验证了具有相同设计、材料和制造上的其它产品的完整性。

脐盘：一种控制管束或用于控制水下动作的电缆。

可用液压油：在蓄能器最大操作压力与最小操作压力之间，来自于蓄能系统的可恢复的液压油体积。

水基液压油：一种控制混合物，主要包括：水、润滑剂、抗泡剂、抗冻剂、抗腐剂和

抗菌剂等。

井口连接器（集成连接器）：一种液压操纵连接器，把防喷器集成连到水下井口处。

WPS：焊接工艺说明书（与焊接相关）