

单点系泊建造与入级规范

《美国驻船局》

1 9 7 5

一九七六年五月

前

言

遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，为了适应我国海洋石油勘探与开发的大好形势，我们翻译了这本《单点系泊建造与入级规范》。供有关人员参考。

这本规范是美国验船局于1975年编制的。由于其腐朽的资本主义制度决定了该规范中的有些规定是不合理的，甚至是错误的。希望读者在参考时以阶级斗争为纲，对本规范的内容批判地吸收，去其糟粕、取其精华。

由于我们水平有限，译文中还有错误之处，请批评指正。

海洋石油研究所

原版前言

本规范是在总结了大量的单点系泊的经验的基础上发展而来的。由于单点系泊的设计变化十分广泛，因此美国验船局在一些从事单点系泊设计、建造和使用的专业人员的协助下，组织了一个关于“单点系泊”的专门委员会来制订单点系泊的设计标准和建造要求。本规范的范围包括从单点系泊底座上的管汇到系船管汇的单点系泊设施。

这本规范是验船局的技术部和上述专门委员会共同努力的结果。

为了给这本规范的使用者提供方便，验船局与“国际海洋石油公司协会”（OCIMF, Oil Companies International Marine Forum）共同合作，另外还出版有“单点系泊协会软管标准”（“Buoy Mooring Forum Hose Standards”）和“单点系泊协会软管指南”（“Buoy Mooring Forum Hose Guide”）

目 录

第 1 章	入級条件 (略譯)	
第 2 章	定义 (略譯)	
第 3 章	位置条件	1
第 4 章	设计荷载	8
第 5 章	结构设计	9
第 6 章	系泊与锚泊	17
第 7 章	油 (气) 输送系统与部件	18
第 8 章	安全措施	20
第 9 章	焊接	22
第 10 章	入級檢驗的初步试验和保养	30
附录 A.	行政与技术委员会 (略譯)	
	B. 美国验船局在世界各地的办事处 (略譯)	
	C. 出版物 (其它规范) (略譯)	

第3章 位置条件

3.1 通则 这一章是确立单点系泊码头 (SPM) 的位置和环境条件的限定方法。它们将影响 SPM 的工作, 同时在确定设计准则时也要加以考虑。另外还有确立海底土壤条件的限定方法, 它对 SPM 的锚系有影响。

3.3 系泊位置

① **位置海图** 要提交系泊区域的完整海图。这个海图要表示迴转园、操纵区域以及从深水区进入的航道或已有航道的水深和障碍物。这个海图要以国家最近出版的局部海图或专业单位最近进行的水文调查为依据。若是以水文调查为依据的海图, 要提交调查报告, 说明调查方法、调查设备及调查人员。

要在海图上标明系泊点及管线歧管和每个锚点的准确位置和水深。还要在图上标出海底管线的走向以及其它管线和电缆的走向。如果在这个海域内还与别的单点系泊或集输、控制平台有关联, 则也要在图上标明。对可能潜在有航海危险的其它特征和水域要加以示别。与系泊有关的、现有的和计划安装的导航设备 (如灯、浮标、岸标) 要在海图上分别标示。

② **海底地貌** 在这个图中的全部水深都要参照局部海域航行海图的资料。该图要以 15 米 (50 呎) 或更小的水平间距测得的水深为依据。

该图要以 1.5 米 (5 呎) 的垂直间距来表示海底等高线。当海底很不规则时, 测量的间距要相应缩小。当采用旁测声纳或有线拖具时, 测量间距可以相应增大。

所有的障碍物, 如沉船、礁石或高点都要辩认并标明它们的净深。在遇有这样的障碍物的场合, 则始终要用大于要求水深的有线拖具或

旁測声納。

在图示水深远远超过要求水深的地方，可以对調查作相应的修改。

③ 操縱区域 在位置图上要标明操縱区域。操縱区域定义为船舶靠离单点系泊碼頭时操縱通过的区域。操縱区域的形状和大小要根据当地具体条件来确定。操縱区域以系泊点为中心，其半径至少要等于SPM设计系泊的最大油輪船长的三倍。

当环境条件（风、浪、流）对系泊操縱有利，船始終能沒有危險地靠近或駛离SPM，以及自始至終地用拖輪协助系泊的地方，操縱区域可以作适当修改。要在极不利条件下系泊操縱的地方，最小半径要加大。

在操縱区域内除了系泊装置外不得有任何固定式建筑物（如平台或浮标）。在操縱区域边缘必須用浮标标志海底管线的走向。建议在SPM操縱区域内不要有别的管线。

④ 迴转园 在位置图上要标明迴转园。迴转园就是当船绕着系泊点转动时扫过的区域。迴转园的半径定义为以下各项之和：SPM受作业时的系统荷载作用並在最低潮位时离开它的中心位置的水平位移；在作业时的系统荷载作用下系统长度的水平投影；SPM设计最大系船的总长以及30米（100呎）的安全裕量。

⑤ 碼頭的水深 操縱区域内任何地方的水深都必须是这样的：在作业海况条件下设计使用单点系泊碼頭的船舶都不会碰到海底或那里的突出物。

当在规定的最大海况下操縱区域内的水深不允許存在最大吨位船舶时，设计人員可以选择规定适用不同吨位船舶的多种限制^{海况}条件。

要求水深的确定在可能范围内是根据計算船模试验或实际航行資料、设计人員的经验或其它資料来源。

设计人员要提交证据向验船局说明在确定要求水深时曾考虑过以下问题：

波高、波浪周期及与船的角度；

船的尺寸及其它有关特性；

预计船的升沉、横摇、纵摇以及它们造成的船底任何点吃水的增加；

天文潮汐和风；

海底土壤的坚硬度或海底隆起的特性；

水深调查资料的精度。

3.5 土壤资料

① 海底土壤情况 整个操纵区域的海底土壤的一般特点要标示在位置图上。要清晰地标出岩底的存在或有露出的岩石。

对怀疑会产生土壤运动的地方（如土崩、土壤过度浸蚀或沉积或活动的断层），要提交一份由土壤方面的专业顾问对这个危险的特性和程度进行分析的报告。

② 地层土壤条件 要由土壤方面的顾问提交系泊位置附近取得的土壤资料及对这些资料的解释。

当系泊装置有一个底座的情况下，要在底座位置进行取心或探查，达到注入土的深度或是能确定持力层的深度。

当系泊装置有锚桩的情况下，要在全部锚桩位置进行取心或探查。另一种办法是进行地层剖面调查并在系泊装置附近至少取两次心，然后由土壤顾问解释以便恰当地建立各个锚桩位置的地质剖面。

当系泊装置用船型锚或沉砣时，要进行海底取样并由土壤顾问进行分析和提出报告，以确定每个锚点位置的土壤适不适合作为抓锚的地层。

3.7 环境资料

② 波浪

A 作业波浪 要确定船在系泊装置旁边时的作业波浪。这个作业波浪定义为船能保持系泊时的最大波浪，用有效波高来表示（最大的三分之一波高的平均值）。要说明与这个作业波高相对应的波谱或平均波浪周期。

B 最大波浪 确定设计没有系船时单点系泊的锚泊时用的最大波浪要以不小于一百年的重现期为依据。如果部件是按较小波浪设计的，则要加以说明。还要说明与最大波高有关的有效波高和最大峯谷波高。若予计波浪为破碎波时，最大波浪要以平均低水位以上最大波峯涌来说明。要说明与最大波浪相对应的波谱或平均波浪周期。还要说明与最大波浪有关的潮汐变化。

C 波浪统计资料 为了证实上述波浪设计标准，要提交一份说明系泊区域的波浪统计资料的报告。该报告要以海洋学顾问对波浪资料的分析解释为依据，且要包括一个波浪玫瑰图或表格来表示波高、周期和波向的频率分布，还要附一个表或图来表示最大风暴波浪的重现期，还要说明在一年内和最坏月分或季节中予期超过作业波高的时间百分比。要说明超过作业波高的予期持续时间。

建议在SPM附近用波浪记录器记录一段时间来得到资料，这段时间的长短要足以使波浪统计资料可靠。如果波浪记录器的位置是在和系泊位置不同的水深或不同的方位处，则应由海洋学顾问解释以便将资料转换到系泊位置处。获得资料的另一方案是根据当地岸站在足够长的时间内（足以使波浪统计资料可靠）进行的波浪观测资料记录或是根据出版的参考资料。要计算这样的观测资料中最大风暴的偏差及因此而造成的最大波高的偏差。

最大波浪要以海洋学顾问对足够长时间（足以建立可靠的波浪统

計)的統計資料進行的波浪推算為依據。

② 風

A 作業風速 要確定船在系泊裝置旁時的作業風速。作業風速定義為船能保持系泊時的最大風速，用海面上10米(30呎)高處的最大速度(哩)表示。

B 最大風速 確定設計沒有系船時的SPM的最大風速時要以不小于一百年的重現期為依據。

C 風速統計資料 要提交一份說明系泊地區風速統計資料的報告。這份報告要以氣象學顧問對風速資料的分析和解釋為依據。資料要用風玫瑰圖或表格來說明風速和風向的頻率分布，還要附一個說明最大風速重現期的表或圖。要說明在一年和最壞月份或季節內預期要超過作業風速的時間百分比。

統計資料最好是以在系泊裝置附近的風速計測得的數據為根據，測量時間要長到足以建立可靠的風速統計資料。如果風速計的位置受地形影響或是內地的，或者如果系泊位置在較遠外海，那麼要提交一份由氣象學顧問或海洋學顧問將所得資料轉換到系泊位置的說明書。另一種獲得統計資料的辦法是根據由氣象學顧問作的、足夠長時間的基本風壓分布圖確定的風速。如果這樣的氣象圖也得不到，則可以根據出版的參考資料的觀測值。要由氣象學顧問對這些資料加以鑑定並轉換到系泊位置。還要計算這樣的觀測值對最大風暴的偏差及因此造成的最大風速的偏差。

③ 海流

A 設計流速 要確定船系在系泊裝置旁邊時的設計流速，這個設計流速定義為與風暴無關的最大流速，用速度和深度來表征。

B 最大流速 要確定系泊裝置沒有系船、風暴條件下、重現期

不少于100年时的最大流速，用速度和深度来表征。

C 流的統計資料 为了证明上述海流設計标准，要提交一份說明系泊地区海流統計資料的报告。这个报告要以海洋学顧問对海流資料的分析說明为依据。这分統計資料要附一个表示流速和流向的頻率分布的流玫瑰图或表。要說明予計的一年内和最坏月份或季节中超过設計流速的时间百分比。若是在流速主要受潮汐影响的河口位置，要附上表示潮汐对流速流向影响的表。如果流速随水深而变化对SPM設計是有影响的，则要提交流速随水深变化的曲线或表。还要提交說明最大风暴流重現期的表或曲线。

統計資料最好是以系泊装置附近的一个或一系列流速計測量一段足以建立可靠的統計資料的时间所得的資料为依据。如果流速計的位置是在与系泊位置不同水深或不同方位时，要由海洋学顧問将所得資料转换成系泊位置的。当海流主要受潮汐影响的河口位置时，統計資料要以系泊位置所得資料为依据，而且观测时间要长到足以确立流与潮汐的关系，並由海洋学顧問外推到最大潮汐。其它方法的統計也可以根据出版的参考資料中一段足以建立可靠統計資料的时间内的海流資料。这些資料要由海洋学顧問进行鑑定並转换成系泊位置的流。

④ 假潮 假如系泊位置是位于内灣或其它已知有假潮作用的地区，则要由海洋学顧問調查研究与假潮波节点有关的系泊位置的定位。假潮定义为由于风、波、大气压力或地震之类干扰激起的内灣里水的长时间波动。位于假潮波节点上或附近的系泊位置受流的影响是不可予計的。假如系泊位置是在假潮波节点或其附近，假潮引起的流要反映到設計流速中和最大流速中，要考虑流的周期对系船的动力特性的影响。

⑤ 潮汐資料 潮汐資料是基于天文潮汐和风暴涌水。要确定系

泊位置的天文潮汐极限值和潮汐平均值。为了确立潮汐资料的确实性，要提交足夠的资料。

最好从位置附近的潮汐表中确定潮位，或是根据系泊位置附近某个地点的潮汐表来确定。如果取得潮汐资料的地点远离系泊位置，则应由海洋学顾问将所得资料换算成系泊位置的。

如果系泊装置是在沿岸的或河口位置，则要确定系泊位置的最大风暴涌水。为了确立这个风暴涌水的确实性，要提交足夠的资料。

最好从这个位置附近的潮汐记录资料中确定最大风暴涌水。如果取得潮汐资料的地点远离系泊位置，则应由海洋学顾问将此资料换算成系泊位置的。

要提交由海洋学顾问进行的最大风暴涌水的推算。

⑥ 能见度 要提交能见度减小时间的长短和频率，频率要表示成一年和最坏月份或季节的时间百分比。持续时间要表示成最坏月份或季节每次发生的平均持续时间。

能见度的确定最好是根据在附近位置观测一段足以确立可靠统计资料的时间所得的数据。要说明能见度减小的主要原因。

⑦ 温度和水 当流冰会对系泊装置、或对船舶航行到系泊装置或在系泊装置旁系泊、或对系泊装置的浮管造成危险的地方，要提交一份关于这种危险的特性和程度的分析报告。

当空气的温度和凝结、水雾或潮汐作用等因素会共同造成系泊装置上结冰时，要提交一份分析报告，说明结冰的程度及这样形成的冰如何影响系泊装置的性能。

要检查会受低温影响的结构材料、软管材料和元部件。

第4章 设计荷载

4.1 作业时系泊荷载 作业时的系泊荷载就是当系有设计的最大吨位船舶时单点系泊浮筒和基础上所受的荷载，或者当系有如第3章所述作业环境下容易作用较大荷载的较小吨位船舶时单点系泊浮筒和基础上所受的荷载。作业时系泊荷载包括系统荷载和单点系泊锚的荷载。设计人员提出作业时系泊荷载的时候要以系泊系统的物理动力模型试验作为根据，或是根据以前的类似的SPM和环境条件下的物理动力模型试验结果和辅助计算提出。为了确保研究恰当，建议设计人员与验船局共同商议有关模型试验、程序、方法和人员事项。

① 作业时的系统荷载 要确定系泊装置作业时的系统荷载。作业时的系统荷载定义为作用在系泊装置系统上的最大荷载，这时系船是按设计的最大吨位的。或者是较小吨位的系船。在第3章所述作业风浪和设计海流的影响下容易产生较大的荷载。为了确定这个作业时的系泊荷载的真实性，要提交资料 and 计算书。

作业时系统荷载可以根据模型试验和统计分析方法求得。作为依据的模型试验和统计分析要反映出风、浪和流对有载的或空载的船舶的复合影响。要反映出风、浪、流的作用方向；还要反映出系泊系统的弹性。其中包括锚链的初始张力。

② 作业时锚荷载 如果是浮筒式系泊装置，作业时锚荷载是指有系船时锚链的荷载。作业时锚荷载定义为荷载最高的那根锚链的最大荷载。这时SPM系有设计最大吨位的船或是系有容易作用较大荷载的、较小吨位的其它船舶。如果系泊装置有几根不同尺寸的锚链则作业时的锚荷载就是指每一尺寸的锚链荷载。要提交模型试验数据和计算以供证实作业时锚荷载的妥当性。

4.3 风暴荷载 风暴荷载是指没有系船、如第3章所述重现

期不少于一百年的最大风浪和海流条件下还能使用的系泊建筑物、全部锚链和基础所受的风暴荷载。要提交模型试验数据和计算以供证实这些荷载的妥当性。

第5章 结构设计

5.1 通则 单点系泊建筑物通常有两种类型，即浮式的和固定式的。

① 浮式建筑物 浮式建筑物一般都有浮体，浮体上设有系泊连接点的平台，浮体也起支承锚链之用，锚链将系泊力传给海底，浮体还可以安装输送油气的管路。

② 固定式建筑物 固定式建筑物一般由一个桁架式的塔和单根桩或一羣桩组成，固定在海底，支承系泊系统并把系泊力传给海底。

5.3 设计通则

① 结构强度 结构本体和肋骨构件要有适宜的尺寸，其强度要能经得住第4章所规定的作业荷载与风暴荷载。设计的每个系统连接点要能经受住相当部分作业时系统荷载。设计的每个锚的连接点或桩基要能经受住作业时荷载或风暴荷载（取其中较大的那个）。由于第4章所述的荷载造成的应力大小都要在5.5和5.7中限定值的范围以内。

② 腐蚀控制 对于采取特殊的腐蚀控制方法的地方，要提交防腐系统的细节。对于根据5.9①、5.9②和5.9③中的要求确定结构尺寸的地方和采取有效防腐方法的地方，如《钢船建造与入级规范》（*Rules for Building and Classing Steel Vessels*）中所允许的那样可以修改结构尺寸。若是根据5.5和5.7确定尺寸和结构设计的，或是用其它设计方法确定尺寸和结构设计的以及没有采取有效防腐方法时，可以适当地增大结构尺寸和厚度。

5.5 允許應力的大小

① 重力和系泊荷載 同時受重力和系泊荷載（包括風力和波浪力以外的力引起的動荷載）的情況下，應力不能超過以下數值：

拉應力為屈服強度的60%

彎曲應力為失穩強度或屈服強度（取較小的那一個）的60%

壓應力為失穩強度或屈服強度（取較小的那一個）的57%

剪應力為抗拉屈服強度的40%

② 複合荷載 在最大風力、重力和系泊荷載共同引起應力的情況下，該應力不得大於下列數值，但構件不要小於根據5.5①所確定的尺寸。

抗拉應力為屈服強度的80%

彎曲應力失穩強度或屈服強度（取較小的那一個）的80%

壓應力為失穩強度或屈服強度（取較小的那一個）的75%

剪應力為抗拉屈服強度的53%

③ 軸向荷載和彎曲荷載共同作用 由於軸向荷載、彎曲荷載和局部荷載共同作用引起壓應力時，它們要成比例地滿足符合最新版本的美國鋼結構學會（AISC）規定的下列要求：

$$f_a / F_a + f_b / F_b \leq 1.0$$

f_a = 軸向壓應力計算值

f_b = 彎曲壓應力加局部應力計算值

F_a = 根據總的失穩強度、局部彎曲強度或屈服強度（取其中最小者）所確定的軸向壓應力允許值

F_b = 根據局部失穩強度或屈服強度（取較小的那個）所確定的彎曲壓應力允許值

5.7 應力

① 结构分析 要应用合理的方法（如有限单元法）对装置的整体结构进行应力分析，以求出在此规定的荷载情况下每个构件的合应力。可以应用计算机分析，不过对每个构件都要进行完整的有步骤的分析，并将分析提交审查。要全面考虑次应力、次弯矩等以及三维问题，如作用力或反作用力的方向。要研究对下列每一种荷载状况进行分析的必要性：

a 作业时系统荷载从系统连接点向锚链连接点或向基础的传递。

b 若为浮式单点系泊，作用在锚链连接点上的最大锚荷载，其中包括适当的波浪力和静水力荷载。

c 若为固定式单点系泊，作用的最大波浪荷载、风荷载和流荷载。

② 圆柱弯曲应力

a 弹性弯曲应力 对于具有弯曲弹性而有足够长度的压缩构件，要用下列公式：

当 $KL/r \geq \sqrt{2\pi^2 E/F_y}$ 时

则 $F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2$

式中 $F_e =$ 弹性失稳应力

$F_y =$ 屈服应力

$E =$ 弹性模数

$I =$ 圆柱长度

$r =$ 最小惯性半径

$K = AISC$ 最新规定的有效长度系数

b 圆柱的临界失稳应力 圆柱的临界失稳应力由下列公式求出：

当 $KL/r < \sqrt{2\pi^2 E/F_y}$ 时

则 $F_c = F_y - (F_y^2 / 4\pi^2 E) (KI/r)^2$

式中 $F_c =$ 受压失稳应力

其它符号意义同5.7②A。

c 构件的局部失稳应力 在适宜的场合要研究构件的局部失稳应力。

③ 弯曲应力

a 局部失稳的防止 计算弯曲应力时,要按照可以接受的“剪力差”和局部失稳理论来缩小有效缘板面积。为了防止局部失稳的发生,局部扶强材要有足够大的尺寸,或是按比例地降低允许应力。

b 偏心轴向荷载的考虑 在考虑弯曲应力过程中,当确定轴向荷载偏心效应时要考虑到弹性变形,并将产生的弯矩叠加在计算其它荷载所得的弯矩上。

④ 剪应力 当计算舱壁、板桁材的腹板或壳板的剪应力时,仅考虑腹板面积为有效。这种连接中,桁材的总高度可以认为就是腹板的高度。

5.9 浮式建筑物 筒体和肋骨是浮式建筑物的一部分,设计时要按照5.5和5.7的要求进行。除了这些要求之外,还要根据5.9①、5.9②和5.9③的要求来确定板件、扶强材和梁的尺寸。设计筒体和肋骨时也可以根据对工程实例进行统计分析的原则来计算由于海洋环境所引起的外部静压力和动压力以及舱里和可浸舱里的内压力。

① 板件

a 筒体板件 板件的厚度不得小于由下列公式求得的值:

$$t = (S\sqrt{h}/254) + 2.54 \text{ 毫米}$$

$$t = (S\sqrt{h}/460) + 0.10 \text{ 吋}$$

式中

t = 厚度、毫米或吋

S = 加强板跨距,毫米或吋

h = 在最不利的设计情况下, 从板的最下边到最高水位 (包括最大波高) 的最大距离, 米或呎

b 舱板 当内部空间是一个舱柜时, 与 a 中所给的公式有关的 $\frac{2}{3}$ 设计高程 h 要取成自板件下边到位于从柜顶到溢流管顶部这段距离的处或 1.0 米 (3.28 呎), 取其中较大值。对于装比重大于 1.05 的货物的舱柜, 设计高程要适当加大。

② 扶强材和梁 要与板件相连的每块扶强材或梁的断面模数 SM 不得小于由下式给出的值:

$$SM = 7.9 h s l^2 \text{ 厘米}^3$$

$$SM = 0.0041 h s l^2 \text{ 呎}^3$$

式中 I = 在由壳体、甲板或其它构件支承之间的跨距, 米或呎。当壳体、甲板或舱壁装有肘板时 (肘板斜度为 45 度左右, 厚度如表 5.1 所示), I 可以量到肘板高度的 25% 处。

S = 扶强材的跨距, 米或呎

h = 甲板和壳体扶强材的最大距离 (米或呎), 最不利设计条件下从 I 的中点到最高水位处 (设计波高包括在内)。

= 隔舱扶强材的情况下, 它的值按 5.9 ① b 确定。

③ 水平桁和垂直桁

a 强度要求 支承肋骨或横梁的水平桁和垂直桁的断面模数 SM 不得小于由下式求得值:

$$SM = 7.05 h s l^2 \text{ 厘米}^3$$

$$SM = 0.0037 h s l^2 \text{ 呎}^3$$

式中 l = 支点间的跨距, 米或呎。当壳体、甲板或舱壁装有斜 45 度、厚度如表 5.1 所示的肘板时, 长度 l 可以量到肘板