

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD01-2022



中国船级社

深海采矿设施指南

2022

2022年2月1日生效

北京

目 录

第 1 章 通则.....	1
第 1 节 一般规定.....	1
第 2 节 定义和缩写.....	1
第 3 节 接受标准.....	3
第 2 章 入级与检验.....	6
第 1 节 一般规定.....	6
第 2 节 设计审查.....	7
第 3 节 产品检验.....	10
第 4 节 建造中检验.....	15
第 5 节 建造后检验.....	17
第 3 章 船式深海采矿设施船体要求.....	20
第 1 节 一般规定.....	20
第 2 节 描述性规范要求.....	21
第 3 节 结构强度直接计算.....	21
第 4 节 分舱与稳性.....	23
第 4 章 柱稳式深海采矿设施船体要求.....	24
第 1 节 一般规定.....	24
第 2 节 构件尺寸.....	24
第 3 节 结构分析.....	25

第 4 节	分舱与稳性	25
第 5 章	采矿系统	26
第 1 节	一般规定	26
第 2 节	设计原则	26
第 3 节	设计载荷	28
第 4 节	布放和回收系统	30
第 5 节	矿石货物处理系统	31
第 6 节	矿石脱水系统	32
第 7 节	海底集矿系统	32
第 8 节	水下扬矿系统	34
第 9 节	尾水处理和排放系统	35
第 10 节	控制和监视系统	35
第 11 节	电力输配系统	36
第 6 章	定位系统	38
第 1 节	一般规定	38
第 2 节	定位系泊系统	38
第 3 节	动力定位系统	38
第 7 章	轮机系统	40
第 1 节	一般规定	40
第 8 章	电气装置	41

第 1 节 一般规定	41
第 9 章 消防.....	42
第 1 节 一般规定	42
第 10 章 防污染设备和布置.....	43
第 1 节 一般规定	43
第 2 节 柱稳式采矿设施压载水管理系统的布置	43
第 3 节 货物残余排放	43

第 1 章 通则

第 1 节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 本指南适用于深海采矿设施的设计、建造和检验，是中国船级社（下称“CCS”）为深海采矿设施提供入级服务的依据。

1.1.1.2 本指南提供的服务是非强制的，但选择 CCS 服务意味接受本指南的相关要求，其他采纳本指南的行为应自行承担所有相关风险。

1.1.1.3 如本指南与主管机关要求不一致，则应满足主管机关要求。

1.1.1.4 对于深海采矿设施船体要求，本指南第 3 章适用于船式深海采矿设施，第 4 章适用于柱稳式（半潜式）深海采矿设施。其他类型的深海设施船体，CCS 将根据设施的具体情况特殊考虑。

1.1.1.5 拟入 CCS 船级并取得本指南第 2 章所述船级符号和附加标志的深海采矿设施，除满足本指南的要求外，还应符合 CCS《海上移动平台入级规范》和《材料与焊接规范》的相关要求。

1.1.2 等效与免除

1.1.2.1 若采用与本指南要求不一致的规定，可以书面文件证明或表明其至少与本指南要求具有同等的安全水平，并经合同各方及 CCS 同意，以替代本指南的相应要求的方式予以接受。

1.1.2.2 对于具有新型结构和新颖特性的深海采矿设施，如使用本指南的某一规定可能严重妨碍对其特性的应用或结构的使用时，经 CCS 同意，可免除该规定。

第 2 节 定义和缩写

1.2.1 定义

1.2.1.1 除另有规定外，本指南采用的名词术语定义如下：

(1) 深海采矿设施：系指专门用于开采海底表层或沉积的多金属结核、富钴结壳、多金属硫化物等深海矿产的海上移动平台，由采矿系统和水面支持平台组成。

(2) 采矿系统：系指用于开采海底表层或沉积的多金属结核、富钴结壳、多金属硫化物等深海矿产的专用系统，主要包括：布放和回收系统、矿石货物处理系统、矿石脱水系统、海底集矿系统、水下举升系统、尾水处理和排放系统、控制和监视系统、电力输配系统和深海采矿作业专用的起重、供电、液压和压缩空气系统及其附属的承压设备等。

(3) 水面支持平台：系指为深海采矿作业提供水面支持的作业平台，包括船式和柱稳式（半潜式）平台，具备深海采矿作业过程中的协同控制、定位导航、人员居住、矿石货物存储等作业支持功能。

(4) 布放和回收系统：系指用于布放和回收采矿立管、水下中继站、水下采矿车等水下采矿设备的系统，主要包括：塔架提升系统、吊放系统和管柱处理系统。

(5) 矿石货物处理系统：系指用于在水面支持平台内部或在水面支持平台与矿石运输

船舶之间运移脱水后矿石货物的系统，主要包括：提升装置、运输装置和转运装置及其监视控制装置、应急关断装置。

(6) 水下举升系统：又称水下提升系统，系指用于将矿石从海底运输到水面支持平台的系统，按照工作原理可分为水下扬矿系统、气体举升系统、磁感应举升系统、穿梭举升系统和连续输送机举升系统等类别。

(7) 水下扬矿系统：又称水力提升系统，是水下举升系统的一种类型，系指采用水力输送的方式把矿石从海底输送到水面支持平台的系统，主要包括：采矿立管、水下中继站、水下扬矿泵等。

(8) 海底集矿系统：系指用于将矿石从海底表层剥离、收集和/或破碎的系统，主要包括：矿石采集机构、破碎机构、行走机构、导航系统和设备、紧急定位装置、通信系统和框架结构等。

(9) 矿石脱水系统：系指用于去除矿石中的水分至预定指标的系统，可包括振动筛分装置、重力沉降装置、离心沉降装置和矿浆输送装置等。

(10) 尾水处理和排放系统：系指用于将尾水中的颗粒物及有害物质处理至预定指标，并将尾水排放至海洋之中的系统。

(11) 水下采矿车：系指具有自主运行能力，或在人工远程操作下进行海底采矿作业的设备，通常以采集车或机器人的形式出现。

(12) 水下中继站：系指悬浮在水中或坐落于海底，为采矿系统提供电力、信号、物料中继作用的设备，其上端通过采矿立管与水面支持平台相连接，下端通过挠性跨接管或软管与水下采矿车相连接。

(13) 航行工况：系指具有自航能力的深海采矿设施独立往返于作业海域、作业调遣等航行工况的总称。

(14) 在位工况：系指深海采矿设施非航行状态的各种可能工况的总称，包括作业工况和自存工况。

(15) 设计矿物密度：系指经脱水处理并添加干燥剂（如有）后的矿石密度，是深海采矿设施的矿石储存舱局部强度校核采用的设计密度，通常由业主提供。

1.2.2 缩写

除另有规定外，本指南采用的缩写如下：

AISC	——	美国钢结构学会
ANSI	——	美国国家标准学会
API	——	美国石油学会
ASME	——	美国机械工程师协会
ASTM	——	美国材料与试验协会
AWS	——	美国焊接协会
CCS	——	中国船级社
DP	——	动力定位
FMEA	——	失效模式与影响分析
FMECA	——	失效模式影响和危害性分析
GB	——	中国国家标准
HAZID	——	危险源识别
HAZOP	——	危险与可操作性分析
IMO	——	国际海事组织
ISO	——	国际标准化组织

JB	——	机械行业标准
MARPOL	——	防污公约
MAWP	——	最高许用工作压力
NB	——	能源行业标准
P&ID	——	管路及仪表流程图
QA/QC	——	质量保证/质量控制
SIT	——	系统完整性试验
SOLAS	——	国际海上人命安全公约
SPS	——	特种用途船
SWL	——	安全工作负荷
SY	——	中国石油天然气行业标准
TMS	——	系绳/缆管理系统
UPS	——	不间断电源
VIV	——	涡激振动

第 3 节 接受标准

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 本节所列标准为 CCS 提供服务时所接受的标准。除经专门同意外，接受标准中所有适用要求均应加以采用。当接受标准与本指南要求存在不一致时，应以本指南要求为准。

1.3.1.2 本节所列接受标准以外的其他适用的工业标准和检验委托方提供的企业标准也可使用，条件是应证明具有与本指南要求相当或更高的安全水准，并事先经 CCS 同意。主管机关如有相关要求，应以主管机关要求为准。

1.3.1.3 任何与接受标准之间的不一致，以及对接受标准要求的免除及更改均应在设计文件中予以说明，并经业主和 CCS 同意。

1.3.2 接受标准

1.3.2.1 本指南接受的主要标准如下：

GB 10888	离心式渣浆泵型式与基本参数
GB/T 17744	石油天然气工业 钻井和修井设备
GB/T 19190	石油天然气工业 钻井和采油提升设备
GB 19815	离心机 安全要求
GB/T 19832	石油天然气工业 钻井和采油提升设备的检验、维护、修理和修复
GB/T 22513	石油天然气工业 钻井和采油设备 井口装置和采油树
GB/T 23505	石油钻机和修井机
GB/T 23507	石油钻机用电气设备规范
GB/T25428	石油天然气工业 钻井和采油设备 钻井和修井井架、底座
GB 25521	矿用筛分设备 安全要求
GB/T 30217.1	石油天然气工业 钻井和采油设备 第 1 部分：海洋钻井隔水管设备的设计和操作系统
GB/T 30217.2	石油天然气工业 钻井和采油设备 第 2 部分：深水钻井隔水管的分析方法、操作和完整性
GB/T 150	压力容器

GB/T 151	热交换器
SY/T 5027	石油钻采设备用气动元件
SY/T 5170	石油天然气工业用钢丝绳
SY/T 5532	石油钻机绞车
SY/T 6117	石油修井机使用与维护
SY/T 6408	钻井和修井井架、底座的检查、维护、修理与使用
SY/T 6586	石油钻机现场安装及检验
SY/T 6680	石油钻机和修井机出厂验收规范
SY/T 6913	海洋钻井隔水管设备规范
SY/T 6917	石油天然气工业 钻井和采油设备 海洋钻井隔水管接头
NB/T 47003.1	钢制焊接压力容器
JB/T 9035	水力旋流器
ISO 13534	Petroleum and natural gas industries - Drilling and production equipment - Inspection, maintenance, repair and remanufacture of hoisting equipment
ISO 13624-1	Petroleum and natural gas industries - Drilling and production equipment - Part 1: Design and operation of marine drilling riser equipment
ISO/TR 13624-2	Petroleum and natural gas industries - Drilling and production equipment - Part 2: Deepwater drilling riser methodologies, operations, and integrity technical report
API Spec 4F	Drilling and Well Servicing Structures
API Spec 7K	Drilling and Well Servicing Equipment
API RP 7L	Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Drilling Equipment
API RP 2RD	Design of Risers for Floating Production Systems (FPSs) and Tension-Leg Platforms (TLPs)
API Std 2RD	Dynamic Risers for Floating Production Systems
API Spec 17J	Specification for Unbonded Flexible Pipe
API Spec 5CT	Specification for Casing and Tubing
API RP 8B	Recommended Practice for Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Hoisting Equipment
API Spec 8C	Drilling and Production Hoisting Equipment
API Spec 9A	Wire Rope
API RP 9B	Application, Care and Use of Wire Rope for Oil Field Service
API Bul 16J	Comparison of Marine Drilling Riser Analysis
API Spec 16F	Marine Drilling Riser Equipment
API RP 16Q	Design, Selection, Operation and Maintenance of Marine Drilling Riser Systems
API RP 17A	Design and Operation of Subsea Production Systems – General Requirements and Recommendations
API RP 17B	Recommended Practice for Flexible Pipe
ASME BPVC Sec. VIII	Div. 1 Rules for Construction of Pressure Vessels Div. 2 Alternative Rules for Construction of Pressure Vessels

	Div. 3 Rules for Construction of high Pressure Vessels
ASME B31.3	Process Piping
ASTM A143	Standard Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement
ASTM A153	Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
ASTM A384	Standard Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion During Hot-Dip Galvanizing of Steel Assemblies
ASTM A385	Standard Practice for Providing High-Quality Zinc Coating (Hot-Dip)
ASTM A388	Standard Practice for Ultrasonic Examination of Heavy Steel Forgings
AISC	Manual of Steel Construction
AWS D1.1	Structural Welding Code – Steel

第 2 章 入级与检验

第 1 节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 申请 CCS 船级的深海采矿设施，除应符合本章的规定外，还应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 1 篇的适用要求。

2.1.2 入级符号

2.1.2.1 深海采矿设施的入级符号应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 1 篇第 2 章的有关规定。

2.1.3 附加标志

2.1.3.1 深海采矿设施的主要附加标志如表 2.1.3.1 所示，其中特殊系统和设备附加标志为可选附加标志。

附加标志

表 2.1.3.1

附加标志	说 明		应满足的技术要求
A 船体型式附加标志			
Ship Type	船式	系指符合 CCS《海上移动平台入级规范》对船式平台的定义的深海采矿设施。	本指南第 1 至 3 章和第 6 至 10 章。
Column Stabilized (Semisubmersible)	柱稳式 (半潜式)	系指符合 CCS《海上移动平台入级规范》对半潜式平台的定义的深海采矿设施。	本指南第 1、2、4 章和第 6 至 10 章。
B 平台用途附加标志			
Mining Unit	采矿设施	符合本指南第 1 章 1.2.1.1 (1) 定义的深海采矿设施。	本指南第 1 至 2 章、第 3 或 4 章、第 5 章第 1 至 4 节和第 8 节，以及第 6 至 10 章。
C 特殊系统和设备附加标志			
MINING	采矿系统	符合本指南第 1 章 1.2.1.1 (2) 定义的采矿系统。	本指南第 1、2、5 章。

2.1.3.2 除本节 2.1.3.1 规定的附加标志之外，深海采矿设施还可申请 CCS《海上移动平台入级规范》第 1 篇第 2 章规定的适用附加标志。

2.1.4 入级符号和附加标志组合

2.1.4.1 深海采矿设施入级符号和附加标志的组合应符合 CCS《海上移动平台入级规范》

第 1 篇第 2 章的有关规定。

第 2 节 设计审查

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 开工前, 申请人应将本节规定的图纸资料提交 CCS 审查, 必要时, CCS 可要求扩大送审图纸资料的范围。

2.2.1.2 已批准的图纸资料如有原则性的修改或补充, 申请人应将修改或补充部分重新提交审查。

2.2.1.3 提交审查的图纸资料应注明审查所必需的尺寸和有关数据。

2.2.2 图纸资料

2.2.2.1 对于船式深海采矿设施的船体, 除应提交 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 1 节 2.1.3 规定的适用图纸资料, 还应提交下列图纸资料:

- (1) 矿物储存舱强度分析报告;
- (2) 设施船体关键设备加强结构图;
- (3) 设施船体关键设备加强强度分析报告;
- (4) 采矿设备布放回收系统布置图;
- (5) 塔架及作业区域布置图;
- (6) 采矿立管(扬矿管)存放布置图;
- (7) 救生设备布置图;
- (8) 波浪载荷计算报告(如适用);
- (9) 全船有限元分析报告(如适用)。

2.2.2.2 对于柱稳式深海采矿设施的船体, 应提交 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 1 章 1.3.1.1 规定的适用图纸资料。

2.2.2.3 对于深海采矿设施的定位系统, 图纸资料应符合下列规定:

(1) 对于定位系泊系统, 应提交 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 8 章 8.1.4 规定的适用图纸资料;

(2) 对于动力定位系统, 应提交 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 11 章 11.1.4 规定的适用图纸资料;

(3) 对于闭合母排电站, 应提交 CCS《闭环动力定位系统检验指南》第 1 章 1.3.1.2 规定的适用图纸资料。

2.2.2.4 对于深海采矿设施的轮机系统, 应提交 CCS《海上移动平台入级规范》第 4 篇第 1 章 1.1.18 规定的适用图纸资料。

2.2.2.5 对于深海采矿设施中除采矿系统以外的电气装置, 应提交 CCS《海上移动平台入级规范》第 5 篇第 1 章第 1 节 1.1.2 规定的适用图纸资料。

2.2.2.6 对于深海采矿设施中采矿系统以外的自动化系统, 应提交 CCS《海上移动平台入级规范》第 6 篇第 1 章 1.1.3 规定的适用图纸资料。

2.2.2.7 对于深海采矿设施的消防系统, 应提交 CCS《海上移动平台入级规范》第 7 篇第 1 章 1.1.4 规定的适用图纸资料。

2.2.2.8 对于深海采矿设施的采矿系统, 应提交下列图纸资料(如适用):

- (1) 总体
 - ①采矿系统设计规格书;

- ②系统布置图；
 - ③主要设备的装配图或总图；
 - ④所有系统和子系统管路和仪表图（P&ID）；
 - ⑤管路规格书；
 - ⑥采矿系统自动化系统原理图；
 - ⑦电气系统单线图；
 - ⑧电气设备布置图；
 - ⑨安全系统原理图/布置图；
 - ⑩设备清单；
 - ⑪图例说明。
- (2) 矿石货物处理系统和矿石脱水系统
- ①货舱布置图；
 - ②泵送设备设计规格书；
 - ③除泵送设备之外的其他主要设备的设计规格书；
 - ④采矿系统辅助设备布置详图；
 - ⑤矿石货物处理系统失效模式及影响分析报告。
- (3) 布放和回收系统
- ①塔架提升系统（含塔架）和管柱处理系统应提交符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 2 章 2.2.2 要求的设计文件；
 - ②吊放系统的详图和计算书；
 - ③水下设备扶正装置规格书；
 - ④设备布置详图。
- (4) 控制和监视系统
- ①控制和监视系统规格书及相关布置图；
 - ②控制台/盘系统图和布置图；
 - ③水面支持平台和水下举升系统、海底集矿系统之间通信系统的原理图和布置图；
 - ④采矿控制和监视系统原理图；
 - ⑤安全系统设计规格书；
 - ⑥安全系统原理图和布置图；
 - ⑦启动操作说明书；
 - ⑧控制系统操作和维护手册。
- (5) 海底集矿系统
- ①设备设计规格书；
 - ②设备及其主要部件、关键部件的装配图；
 - ③设计中所采用的标准和设计准则文件；
 - ④设计验证试验报告；
 - ⑤应力计算或有限元分析报告；
 - ⑥设计、操作和环境条件清单；
 - ⑦管路和仪表图（P&ID）；
 - ⑧电气系统图。
- (6) 水下举升系统
- ①总体：
 - (a) 水下举升系统连接布局图；
 - (b) 管路和仪表图（P&ID）；

- (c) 电气系统图;
 - (d) 水下扬矿系统流动保障分析报告;
 - (e) 水下举升系统风险评估报告;
 - (f) 非泵举升系统设计文件。
- ②采矿立管系统
- (a) 采矿立管系统规格书;
 - (b) 材料规格书;
 - (c) 立管悬挂装置规格书, 如果立管悬挂装置为立管张紧系统则应提交符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 2 章 2.2.2 要求的设计文件;
 - (d) 设计基础;
 - (e) 立管布置图;
 - (f) 立管构型图及截面详图;
 - (g) 涡激振动(VIV)抑制装置图;
 - (h) 阳极布置图及详图;
 - (i) 立管安装流程图;
 - (j) 壁厚选择报告(适用于钢管)/截面设计报告(适用于挠性管);
 - (k) 适用的分析或试验报告, 包括用于立管分析的浮体运动分析报告、立管强度分析报告、疲劳分析报告、安装和回收分析报告、冲蚀分析或等效设计文件;
 - (l) 适用的设计报告, 包括立管部件设计报告、防腐设计报告、张紧装置设计报告;
 - (m) 焊接和无损检测规格书;
 - (n) 监测系统设计报告。
- ③挠性跨接管/水下输送软管:
- (a) 设计规格书;
 - (b) 设计分析报告;
 - (c) 设计验证试验报告;
 - (d) 端部连接和终端详图。
- ④水下扬矿泵:
- (a) 水下扬矿泵设计规格书;
 - (b) 水下扬矿泵详图。
- ⑤水下中继站:
- (a) 设计规格书;
 - (b) 设计分析和/或计算报告;
 - (c) 设备总图和主要部件图;
 - (d) 材料规格书。
- (7) 尾水处理和排放系统:
- ① 管路和仪表图(P&ID);
 - ② 尾水处理设备设计规格书;
 - ③ 排放监测装置设计规格书;
 - ④ 对于水下尾水排放管, 应提交应符合本款第(6)②项适用要求的图纸资料。

第 3 节 产品检验

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 深海采矿设施所属产品应接受检验以确认其符合本指南及相关 CCS 规范的要求。

2.3.1.2 除采矿系统外，深海采矿设施的产品检验应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 3 章的适用要求。

2.3.1.3 对于深海采矿设施所属产品，如本指南及相关 CCS 规范未有具体的技术要求，可按 CCS 接受的工业标准或 CCS 认可的制造方标准，进行设计、制造、检验和试验。

2.3.1.4 本节后续规定适用于深海采矿设施中采矿系统产品的检验。

2.3.2 检验和持证分类

2.3.2.1 产品按以下 A、B、C 三类进行检验。

(1) A 类设备：要求 CCS 进行设计审查，制造过程检验，参加完工检查和见证试验（性能、压力、负荷试验）以及审查制造记录的设备。

(2) B 类设备：要求 CCS 进行设计审查，参加完工检查和见证试验（性能、压力、负荷试验）以及审查制造记录的设备。

(3) C 类设备：与安全有关的，CCS 接受制造厂提供产品证书的设备。

2.3.2.2 采矿系统中设备和部件产品检验和证书分类应符合表 2.3.2.2 的规定。

采矿系统中设备产品检验和持证分类表

表 2.3.2.2 (1)

所属系统	设备名称	检验类别			证书类别	
		A	B	C	C/E ²	W ³
布放和回收系统	塔架	× ⁴			×	
	天车总成		×		×	
	游车总成		×		×	
	大钩		×		×	
	吊环			×		×
	吊卡			×		×
	提升大绳			×		×
	死绳固定器		×		×	
	主提升绞车		×		×	
	卡盘		×		×	
	升沉补偿器总成		×		×	
	吊放系统主要构件 ⁵	×			×	
	起重绞车		×		×	
	液压动力单元		×		×	
	压力容器（空气瓶）		×		×	
	空气压缩机		×		×	
	电气装置		×		×	
控制面板/盘/台/控制柜		×		×		
矿石货物处理	提升装置		×		×	
	输送装置/传送器		×		×	

系统	吊机	×			×	
矿石脱水系统	矿石筛分设备（包括滤网）			×		×
	重力沉降罐		×		×	
	离心机		×		×	
	水力旋流器			×		×
	脱水泵			×		×
海底集矿系统	水下采矿车		×		×	
水下举升系统	采矿立管单根		×		×	
	挠性管	×			×	
	水下输送软管		×		×	
	连接器		×		×	
	涡激振动抑制装置		×		×	
	弯曲限制器			×		×
	弯曲加强器			×		×
	浮力模块		×		×	
	立管悬挂装置（含张紧器总成 ⁶ ）		×		×	
	牺牲阳极		×		×	
	水下中继站		×		×	
	水下扬矿泵		×		×	
监测装置		×		×		
尾水处理和排放系统	尾水监测装置		×		×	
	尾水泵		×		×	
	水下尾水排放管		×		×	
控制和监视系统	操控台（含显示器）		×		×	
	定位系统（含应急定位）		×		×	
	水下导航系统		×		×	
	应急控制装置		×		×	
电力输配系统	变压器		×		×	
	分/配电系统		×		×	
	变频器		×		×	
	脐带缆		×		×	

采矿系统中管子、管件和阀门检验和证书分类

表 2.3.2.2 (2)

部 件	状 况	检验类别		证书类别	
		B	C	C/E ²	W ³
管路 组件 (短节管)	管壁厚度≥25.4mm	× ⁴		×	
	设计温度≥400℃	×		×	
	纵向焊接管和A、B类设备中的所有短管	×		×	
	除上述管子之外的其他管和C类系统中使用的管路		×		×

部 件	状 况	检验类别		证书类别	
		B	C	C/E ²	W ³
法兰和连管器(管接头)	标准法兰和连管器		×		×
	A和B类管系中的非标准法兰和连管器	×		×	
	除上述之外的其他法兰和连管器、C类管系中的法兰和连管器		×		×
阀门	ANSI额定级>600 lbs的焊接结构的阀体	×		×	
	按公认标准设计与建造的阀		×		×
高强度材料的部件	屈服强度>345MPa或拉伸强度>515MPa的材料	×		×	

采矿系统中承压设备检验和证书分类

表 2.3.2.2 (3)

部 件	状 况	检验类别		证书类别	
		B	C	C/E ²	W ³
压力容器和换热器	容纳有毒液体	× ⁴		×	
	容纳闪点低于100℃的液体	×		×	
	容纳温度高于220℃的液体	×		×	
	压缩气体, 其压力×体积(P×V)大于0.15, 其压力(P)单位为MPa, 体积(V)单位为m ³	×		×	
	除上述之外的压力容器	×		×	
液压缸	位于关键载荷路径上的液压缸	×		×	
	不位于关键载荷路径上的液压缸		×		×

注:

- 表 2.3.2.2 (1) - (3)未包括的采矿系统设备和部件, 在申请检验时由 CCS 根据其所属的系统和安全功能等级进行分类, 并按照对新颖设计产品的要求进行检验。
- C/E 为 CCS 产品证件, 具体要求如下:
 - 当采矿系统入级时, 是指 CCS 签发的船用产品证书或等效证明文件, 等效证明文件的要求见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章;
 - 当采矿系统不入级时, 是指 CCS 签发的船用产品检验证书或海上设施产品检验证书。
- W 为制造厂证明, 其具体要求见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章。
- ×表示适用。
- 如适用, 吊放系统的主要构件包括:
 - A 形吊架、门字架或吊桅、桁弦;
 - 吊杆、起重臂桁弦;
 - 绞车和吊架基座;
 - 承载梁;
 - 与主要构件连接的眼板和肘板;
 - 升降系统机构;
 - 销和轴。
- 采矿立管张紧器总成可包括: 张紧器、滑轮组、专用空气压缩机、空气瓶、液压供给装置、控制面板/盘/台/控制柜。

7. 设备及部件的认可程序要求见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章。

2.3.2.3 本节 2.3.3、2.3.5、2.3.6 按照 2.3.2.1 和 2.3.2.2 所规定的分类执行。

2.3.3 产品设计审查

2.3.3.1 申请人应将取证的下列产品设计文件提交 CCS 进行审查：

- (1) 产品适用的技术标准；
- (2) 产品总体说明书；
- (3) 产品设计图纸和/或生产图纸，包括部件图纸、零部件和材料清单等；
- (4) 设计计算书（如适用，包括承压/承载部件设计计算）；
- (5) 原型和/或型式试验报告（如适用）；
- (6) 产品检验和试验计划和/或试验大纲及验收标准；
- (7) 主要制造工艺文件；
- (8) CCS 要求的其他文件。

2.3.3.2 送审产品设计文件的要求应符合本指南 2.2.2 的适用规定。

2.3.3.3 CCS 将对已提交的设计文件进行审查，以确认产品的设计符合本指南的规定和/或本指南的接受标准和/或本指南认可的制造方标准。设计审查完毕后，CCS 将向申请人签发设计审查批准通知书，并在送审的技术文件上标识批准状态，退回批准的设计文件。

2.3.3.4 凡经 CCS 认可的产品，其图纸资料可不必送审。

2.3.4 产品检验程序要求

2.3.4.1 A、B 和 C 类产品检验应符合下列程序要求：

(1) A 类设备

- ①设计文件应经 CCS 审查；
- ②有关施工文件应送 CCS 审查，获得批准后方可开工；
- ③开工前应召开由深海采矿设施船东或其代理人、CCS 检验人员和制造厂商参加的开工会；
- ④制造过程应根据质量保证计划报验；
- ⑤功能试验、压力试验和负荷试验应报验；
- ⑥制造记录应经 CCS 审查。

(2) B 类设备

- ①设计文件应送 CCS 审查；
- ②功能试验、压力试验和负荷试验应报验；
- ③制造记录应经 CCS 审查。

A、B 类设备的制造检验中，CCS 应审核制造厂的 QA/QC 系统，开工前要审核制造厂的质量保证计划，根据该计划批准质量控制点和检验活动类别。

(3) C 类设备

该类产品应根据公认的标准、规范和按公认的制造方法进行制造。

2.3.5 产品检验工作要求

2.3.5.1 在制造厂举行的开工会上 CCS 验船师应安排包括但不限于下列工作：

- (1) 确定制造厂和 CCS 之间的联系人和联系方式；
- (2) 审查质量计划方案；
- (3) 审查提交的制造规格书；
- (4) 审查产品制造和交货计划；

- (5) 审查和确认提交的检验和试验计划;
- (6) 审查所有的次级分包商清单及资质文件;
- (7) 确认设计规格书、图纸和/或制造工艺相关的文档。

2.3.5.2 CCS 验船师在制造厂中的产品检验包括但不限于下列工作:

- (1) 确认用于制造或修理采矿设备产品具有及保持一个有效的质量控制计划, 该计划包含设计、采购、加工和测试, 并且符合适用于其产品的技术标准。
- (2) 评估和验证焊工资质。
- (3) 评估和验证焊接工艺规程和相应的焊接程序评价记录。
- (4) 核查设备和部件的材料试验报告。
- (5) 验证材料证书/文档, 进行焊前检验和焊后检验。
- (6) 依据经审查的探伤图, 见证焊缝的无损检测, 并审查无损检测记录。
- (7) 审查焊后热处理记录。
- (8) 根据批准的图纸验证设备及其零部件的尺寸。
- (9) 检查配合面的尺寸偏差和配合、对中状况。
- (10) 根据适用的标准要求见证设备或部件的原型试验。对于定型设计的采矿设备, 验船师应核查其型式试验文档。
- (11) 根据既定的制造程序, 见证部件和整个单元的最终试验和功能试验。
- (12) 按照批准的图纸, 验证所有承压系统、马达控制器、控制台和仪表以及控制面板的功能试验。
- (13) 执行在开工会上确定的其他检验。
- (14) 审查和批准最终的制造数据手册和发布的最终检验报告。

2.3.6 试验要求

2.3.6.1 产品的厂内试验应符合适用标准、经批准的试验程序和本条规定的附加要求。如果在制造厂没有条件完成产品检验的部分试验, 经负责检验的验船师同意后, 可在产品安装到设施上后再进行试验。

2.3.6.2 提升和管柱处理系统中设备的试验

- (1) 应根据适用的规范标准, 对提升、起重和管柱处理系统的单台设备和/或部件进行试验(载荷试验、功能试验)。
- (2) 管柱处理系统的试验还应符合下列要求, 如果该试验无法在制造厂进行, 则应在系统安装到设施上进行:

- ① 应在以计算机为基础的控制系统中对管柱处理系统的安全控制器进行验证。
- ② 所有机械运动模式应经过操作试验验证。

2.3.6.3 撬块结构的试验

如果设备/部件安装在撬块结构上, 则验船师应到场验证此撬块符合经审查过的结构设计, 并应至少进行以下工作:

- (1) 验证撬块结构的材料试验报告。
- (2) 对最终的撬块结构焊缝进行目视检验。
- (3) 见证撬块结构起重附件/吊耳或眼板的载荷试验。撬块的试验载荷应为在设备/机械运输或安装到设施上的过程中所承受的最大静载荷。
- (4) 在完成撬块结构的载荷试验之后, 见证连接撬块结构与起重附件/吊耳或眼板的表面无损检测。

- (5) 检查集油盘(如设有)的布置。

2.3.6.4 水下采矿车及相关系统的试验:

- (1) 按照批准的试验大纲对水下采矿车进行工厂接受试验。
- (2) 对管路系统和脐带缆进行液压试验。
- (3) 对仪表、设备和系统进行功能试验。

2.3.6.5 控制和监视系统应至少满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章第 6 节 II 类计算机系统要求。

2.3.7 产品发证

2.3.7.1 产品检验合格后将向申请人签发相关证书和/或其他检验证明文件。

第 4 节 建造中检验

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 除采矿系统之外，深海采矿设施的建造中检验应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 1 篇第 4 章关于建造中检验的适用要求。深海采矿设施中采矿系统的建造中检验应符合本节的规定。

2.4.1.2 现场验船师应审批施工图纸、施工工艺、试验大纲，以确认其符合 CCS 审图部门已批准的设计文件和 CCS 规范的要求，然后按照经批准的施工图纸、施工工艺和试验大纲进行检验。

2.4.1.3 采矿立管张紧系统和补偿系统的建造中检验应符合 CCS《钻井补偿系统指南》第 2 章第 4 节的适用要求。

2.4.1.4 吊放系统的建造中检验应符合 CCS《潜水系统和潜水器入级规范》第 2 章的适用要求。

2.4.1.5 采矿立管和水下尾水排放管的建造中检验应符合以下要求：

(1) 当采矿立管和尾水排放管为分开独立设置时，其检验应符合 CCS《海洋立管系统检验指南》中对生产立管的建造中检验要求；

(2) 当采矿立管和尾水排放管以管束形式设置时，其检验应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》中对钻井隔水管和辅助管线的建造中检验要求。

2.4.1.6 挠性跨接管的建造中检验应符合 CCS《水下生产系统发证指南》中的相应要求。

2.4.2 采矿系统安装过程中的检验

2.4.2.1 一般要求

采矿系统在设施上的安装过程中，验船师将对下列项目进行检验，此外还应按照本条其余各款要求完成检验：

(1) 确认压力容器、压力管道和重要机械件、结构件的焊接、热处理和无损检测符合 CCS《材料与焊接规范》或接受标准的适用要求。

(2) 建造厂自制设备应按本章第 3 节产品检验的规定进行设计审查和检验；当设备组装成橇块、模块时，验船师应根据已批准的证明文件和试验程序对装配、管路和电气的连接进行检验，并见证整个组装体的压力和功能试验。

(3) 对于采购的设备，应按照本章第 3 节的要求审查设备的证书，核对设备铭牌与证书的一致性。

(4) 验船师应参加管路的预制、安装检查和试验，包括在预制车间的强度试验和安装到设施后的密性试验。

(5) 确认安全阀在认可的专业机构进行了校验，其开启和关闭压力符合要求。当安全

阀在未经认可的机构进行校验时，验船师应在建造厂现场见证安全阀的校验试验。

(6) 见证采矿系统各个子系统及设备的功能试验、压力试验、载荷试验和调试试验。

(7) 应依据批准的 FMEA 分析报告，参加并确认控制系统、安全装置、关断装置和紧急关断装置的验证试验。

(8) 依据批准的图纸和工艺文件，核查设备在设施上的安装位置、方位、布置、支撑、基础、固定细节和保护涂层。

(9) 见证海底采矿作业相关通信设备的调试。

2.4.2.2 对塔架的检验应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 2 章第 4 节对井架检验的适用要求。

2.4.2.3 对张紧系统和补偿系统及其支持系统、设备（如高压空气瓶组、压缩机组和蓄能器组等）进行液压试验和功能试验，然后对张紧系统和补偿系统进行调试试验以确定系统的完整性。

2.4.2.4 对提升系统、管柱处理系统和水下设备处理系统及设备，应按照批准的试验程序进行功能试验和载荷试验。

2.4.2.5 应对控制系统和关断装置进行试验，并达到经批准的试验大纲要求。

2.4.2.6 应检查所有的线缆和电气接头的导电连续性和建造工艺的适当性。

2.4.2.7 基座式绞车和其他起重设备的试验

基座式绞车和其他起重设备的试验应符合下列要求和程序：

(1) 载荷试验：在安装之后，应在验船师在场的情况下，对系统进行 125% 倍额定能力的试验。应证明动力驱动装置和刹车能够进行满意的操作。在试验完成后，应目视检查系统及其所有部件是否产生永久变形和失效。

(2) 功能试验：在验船师在场的情况下进行该项试验，以证明滚筒最外层绳索在额定的转速下能够达到额定的拉力。

(3) 刹车悬持试验：用于证明刹车有能力刹住并悬持 100% 的设计载荷。

2.4.2.8 吊放系统应符合 CCS《潜水系统与潜水器入级规范》第 14 章的适用试验要求。

2.4.2.9 采矿控制和监视系统在建造安装时，应就其安装位置（含传感器等）进行确认，安装完成之后需就其供电、信号传输、接口、通信、报警、安全操作等进行功能查验，验证其准确性和完整性。

2.4.3 采矿系统联合调试检验

2.4.3.1 采矿系统所有的联合调试都应经 CCS 验船师到场见证，并应符合 CCS 同意的试验程序。在采矿系统的联合调试检验至少应包括本条后文各款检验项目。

2.4.3.2 在调试检验之前采矿系统应达到下列要求：

(1) 应完成整套采矿系统设备和部件的正确连接和试验。这些试验是指 2.4.2 所要求的各个子系统及设备的试验。

(2) 包括采矿系统动力源在内的所有公用支持系统准备就绪。按照到场验船师认为必要的范围随机启动并测试公用支持系统。

(3) 采矿系统设备/部件已经吹扫/清洁完毕，并且报警和关断已经连接完毕。在调试中，对吹扫/清洁及报警系统进行随机测试，并使到场的验船师满意。

2.4.3.3 在采矿系统调试时，应对安全相关报警系统进行模拟试验。

2.4.3.4 在矿浆、矿砂等物料介质进入系统时，系统能够控制介质以稳定的方式流动，而不出现过度的扰动。

2.4.3.5 所有安装在设施上的采矿系统具有预定的功能和性能。在实际可能和可行的范围内，在模拟实际的采矿操作时，验船师应当重点见证水下采矿车、采矿立管系统、布放与

回收系统、矿石货物处理系统、脱水系统等的调试试验。

2.4.3.6 应急动力设备应能够保持正常工作并使验船师满意。

2.4.3.7 对于采矿控制和监视系统，确认 2.4.2.9 完成之后，应制定详细的试验大纲，经 CCS 现场验船师批准之后，进行系统的联调试验，验证其功能和安全性，至少包括：

- (1) 系统功能满足设计要求，操作有效；
- (2) 相关报警、显示、切换等功能有效可靠；
- (3) 安全系统有效可靠；
- (4) 控制站与其他系统的通信有效可靠。

第 5 节 建造后检验

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 除采矿系统之外，深海采矿设施的建造后检验应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 1 篇第 5 章关于建造后检验的适用要求。深海采矿设施中采矿系统的建造后检验应符合本节的规定。

2.5.1.2 采矿系统建造后保持证书有效的检验包括年度检验、特别检验、改造及损坏修理检验。

2.5.1.3 特别检验计划和大纲应于检验前提交 CCS 审查，应保存在设施上供使用，所有的维修保养记录/保养手册应保存在设施上，供验船师审查。

2.5.1.4 为保证作业过程中采矿系统的安全，应执行本节规定的各种检验。CCS 验船师在检验中可根据其专业判断扩大检验范围。船东或设施运维公司应提供相应的检验条件和安排。

2.5.1.5 船东或设施运维公司应及时向 CCS 提出保持证书有效性的各种检验的申请，并按规范要求作好检验项目的准备和为检验提供安全措施。

2.5.1.6 在检验中，如发现影响证书的有效性的损坏或缺陷并认为必须立即进行处理时，验船师应将处理意见通知申请人，如未得到贯彻，验船师应立即将这些情况报告 CCS 总部。

2.5.1.7 吊放系统的建造后检验应符合 CCS《潜水系统和潜水器入级规范》第 2 章的适用要求。

2.5.2 陆上检验和检验报告的签发

2.5.2.1 在作业期间 CCS 发证的部件如需送到陆上维护、修理或改装时，船东或设施运维公司应及时通知 CCS，验船师将到达修理地点参加所有需要的功能、载荷及压力试验。试验应依据本指南和适用标准的要求进行。

2.5.2.2 经试验和外观检查满意后，验船师应在检验报告上签署，条件是该部件将正确地安装在深海采矿设施上，并在下次的定期检验时进行检查。该检验报告应保存在设施上供核查。

2.5.3 年度检验

2.5.3.1 对于所有授予“MINING”附加标志的深海采矿设施，其采矿系统应接受年度检验。年度检验应于深海采矿设施建造完工、投入使用或特别检验完成日期（按其适用情况）的每周年日的前后 3 个月进行。

2.5.3.2 在年度检验中，应包括下列检验项目：

- (1) 审查维修手册和相关的记录簿，确认是否执行合适的维修计划，是否按要求执行

定期试验，以及布放和回收系统、采矿立管系统、压力容器、电气系统和设备等是否根据本指南和适用标准的要求进行维修、调试和更换。

(2) 审查从初次检验或上次年度检验以来 CCS 签发的放行单，在验船师认为必要的范围内，检查这些部件/设备。

(3) 对各系统和设备尽实际可行进行外部总体检查，以查明损坏、腐蚀、断裂及其他不正常的状况。并应特别注意检查所有绞车、张紧器、吊卡、甲板吊机、传送器和滚筒驱动器。

(4) 检查塔架、提升设备、固定件、矿石货物处理设备、水下采矿车布放和回收设备等的基座是否处于良好状态，验船师认为必要时，可进行磁粉检查，以确定是否出现裂纹。

(5) 检查塔架和相关结构件包括下列内容：

- ① 结构的总体状况，特别是注意检查是否有过度变形、磨损、腐蚀和损坏的状况；
- ② 螺栓的紧固状况；
- ③ 承载部件及相关配件状况。

(6) 检查矿石货物处理机械，包括主马达、传动装置、离合器、提升和回转设备、刹车机构、提升索、导轨和导轮、行走轮是否处于良好状态。

(7) 检查钢丝绳和/或链条的磨损状况，并核查是否存在损伤。

(8) 确认互锁或限位装置在内的安全装置的功能试验。

(9) 检查防腐层、绝缘层、运动部件的护罩和护栏是否处于良好的状态。

(10) 检查塔架的通道和梯子、平台和采矿系统机器处所，确认应急脱险通道无堵塞。

(11) 对压力容器和其附件进行外部检查，包括安全装置、基座部分、控制装置、泄压装置、管路、软管、保温层和仪表。

(12) 检查应急关断设备，并确认所有紧急停止、控制和远程控制装置的满意的操作试验。

(13) 确认与水面支持平台所属系统集成或相关联的设备的功能试验。

(14) 检查所有电气和仪表系统，包括保护装置和电缆支撑。

(15) 确认矿石脱水系统的运维是否处于良好状况。

(16) 确认水下举升系统、水下采矿车及相关系统的运维是否处于良好状况。

(17) 检查液动力单元、软管、管路是否存在任何损伤、腐蚀或泄漏。

(18) 核查设备的润滑油状况、冷却系统和换油记录。

(19) 对水下举升系统进行目视检查。该项检查可以通过 ROV 进行目视检查，也可以当水下举升系统回收到水面以上时进行检查。

(20) 审查标定/校验记录、操作手册和日志。

(21) 确认采矿控制与监视系统总体工况良好，其对外通信及安全操作系统功能正常。

(22) 如果采矿立管、水下尾水排放管设计为回收至水面进行检验时，应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》中对于钻井隔水管的检验要求。否则，采矿立管、独立设置的尾水排放管应符合 CCS《海洋立管系统检验指南》对生产立管的检验要求，与采矿立管以管束形式设置的水下尾水排放管应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》中对于辅助管线的检验要求。挠性跨接管应符合 CCS《水下生产系统发证指南》中的检验要求。

2.5.4 特别检验（或称换证检验）

2.5.4.1 对于授予“MINING”附加标志的深海采矿设施，其采矿系统应经特别检验。特别检验应于深海采矿设施完工、投入使用或特别检验后的 5 年间隔期内进行。

2.5.4.2 特别检验可在到期之日前一个年度检验开始，于到期之日前完成。当特别检验于到期日前一个年度检验之前开始进行，如果开始进行的项目欲作为特别检验的内容，则全

部特别检验应在特别检验开始后的 15 个月内完成。

2.5.4.3 在特殊情况下如果在特别检验到期之日船东未能安排进行，根据船东到期之日前的书面申请，并经 CCS 同意，特别检验可给予不超过 3 个月的展期。在这种情况下，下次特别检验的日期应从展期前的特别检验到期之日算起。

2.5.4.4 如特别检验在到期日 3 个月前完成，则下次特别检验的日期从特别检验完成日算起。如特别检验在到期日前 3 个月以内完成，则下次特别检验的日期从原特别检验到期日算起。如特别检验在到期日以后完成，则下次特别检验的日期仍从原特别检验到期日算起。

2.5.4.5 特别检验包括年度检验的所有项目，另外还要对下列项目进行检验：

(1) 验船师认为必要时，对压力容器和承压部件进行内部检查和/或厚度测量，对泄压阀和压力管道系统进行试验；

(2) 压力容器和承压部件在最高许用工作压力 (MAWP) 下进行压力试验；

(3) 采矿系统涉及的管道系统和软管在 MAWP 下进行压力试验；

(4) 检查电机的绝缘电阻；

(5) 检查旋转设备是否工作正常；

(6) 检查矿浆输送泵液力端的状况；

(7) 对安全阀进行操作性能试验，并验证设定的压力；

(8) 检查布放和回收系统和人员升降设备的功能试验状况；

(9) 对塔架和相关结构的焊接接头进行近观检查；

(10) 对任何可疑部位进行厚度测量和/或无损检查；

(11) 对用于吊放矿石货物的承载设备实施 1.25 倍安全工作负荷的载荷试验；验证载荷试验应包括设备的提升和下降，以及对失效安全装置和限位装置的试验；在试验完成之后，应对设备进行检查，以保证没有部件在试验中受到损伤或产生永久变形；

(11) 对所有的滚筒和张紧器进行 110% 额定负荷的载荷试验；

(12) 当水下采矿车、水下举升系统、水下中继站和相关软管被回收至水面支持平台上时，对其进行检查；

(13) 结合采矿控制与监视系统相关系统和辅助系统的检验结果，对采矿控制与监视系统进行总体检验，结果应使验船师满意，必要时，应对其对外通信和安全操作系统进行实船验证（模拟信号也是可以接受的）。

2.5.5 改装、损坏和修理检验

2.5.5.1 对影响深海采矿设施“MINING”附加标志及证书有效性的采矿系统的改装或改建，其相关图纸应提交 CCS 批准。改装或改建及相关部分一般应符合本指南的现行规定或至少要达到原先适用的要求。

2.5.5.2 采矿系统发生影响深海采矿设施“MINING”附加标志及证书有效性的损坏时，应及时通知 CCS 进行损坏检验。详细的修理方案应提交 CCS 审查，检验和试验应使验船师满意。

第 3 章 船式深海采矿设施船体要求

第 1 节 一般规定

3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本章适用于申请 Ship Type 船体型式附加标志的船式深海采矿设施。

3.1.1.2 本章无规定者，均应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 7 章的适用要求。

3.1.2 设计寿命与环境条件

3.1.2.1 船式深海采矿设施海上航行工况的设计寿命应不小于 25 年。对应的波浪环境条件为无限航区（25 年一遇的北大西洋环境，对应于 10^{-8} 的波浪载荷超越概率）。

3.1.2.2 船式深海采矿设施海上作业的设计寿命应由业主/设计者根据开采规模、预期寿命和开采计划等提出并予以最终确定。

3.1.2.3 船式深海采矿设施海上作业在位工况的环境载荷应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 2 章要求。

3.1.2.4 设计方应提供深海采矿作业区域的波浪散布图。

3.1.2.5 设计方应提供深海采矿作业各工况下的风、浪、流设计参数。

3.1.3 装载模式

3.1.3.1 船式深海采矿设施的设计装载模式应包括，但不限于如下：

(1) 航行工况

①正常压载（取正常压载吃水）；

②均匀满载（取满载吃水，或根据船东/业主方设计规格书确定）。

(2) 在位工况：

① 布放/回收工况

(a)采矿系统布放压载工况（考虑实际浮态）；

(b)采矿系统布放满载工况（考虑实际浮态）；

(c)采矿系统回收压载工况（考虑实际浮态）；

(d)采矿系统回收满载工况（考虑实际浮态）。

② 作业工况

(a)均匀满载（取满载吃水）；

(b)空载（取正常压载吃水）；

(c)中间装载（取中间装载状态实际吃水）；

(d)隔舱装载。

③ 自存工况

(a)满载（取满载吃水）；

(b)中间工况（取中间装载状态或业主指定典型装载实际吃水）；

(c)空载（取正常压载吃水）。

④ 预备工况

(a)考虑所有的设备（水下采矿车、中继站和采矿立管等水下设备）装载在船体上。

⑤外输工况

- (a)考虑外输旁靠散货船，矿物输送开始前的装载和设备布放状态；
- (b)考虑外输旁靠散货船，矿物输送开始时的装载和设备布放状态。

第 2 节 描述性规范要求

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 船式深海采矿设施船体和结构布置要求，除本节规定外，还应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章和第 2 章的适用要求。

3.2.2 船体梁强度

3.2.2.1 船式深海采矿设施航行工况下的船体梁总纵强度校核，波浪载荷对应于无限航区。

3.2.2.2 船式深海采矿设施在位工况下的船体梁总纵强度校核，波浪弯矩和波浪切力应根据不同工况下对应的载荷重现期和对应海域的波浪谱，基于 50 年的重现周期的统计预报方法得出载荷极值预报值。也可根据业主指定的作业环境条件。

3.2.2.3 船式深海采矿设施船体梁极限强度校核按 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 16 章第 2 节的适用要求进行，但对于在位工况，一些系数的取用可基于相关技术资料进行确定。

3.2.3 船体局部尺寸

3.2.3.1 船式深海采矿设施的双层底结构、甲板骨架、舷侧骨架、边舱内的强框架、货舱周界应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 16 章第 3 节的要求。

3.2.3.2 装载矿物的货舱周界结构应基于货舱满载时的装载高度进行设计。计算时，货舱满载 80% 的高度范围内的结构校核基于货物密度，80% 装载高度以上的结构按水密舱壁结构要求校核。或根据货物实际装载高度，经 CCS 同意后，设定水密舱壁要求校核高度。

3.2.3.3 装载矿物应尽可能进行脱水干燥处理。当装载矿物的含水率超过船东或主管当局规定的适运水分极限（TML）时，应考虑矿物全液化，并根据 CCS 关于矿砂船含水矿砂结构强度要求校核矿砂舱的结构强度。

3.2.3.4 船式深海采矿设施的水密横舱壁、水密纵舱壁以及制荡舱壁（如有）应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 16 章第 3 节的要求。

3.2.3.5 船式深海采矿设施上部模块的上浪载荷应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 17 节 2.17.2 的相关要求。

第 3 节 结构强度直接计算

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 船式深海采矿设施应进行舱段有限元强度评估（航行工况）、整船有限元强度评估（在位工况）、疲劳强度评估（在位工况）和采矿设备支撑结构强度有限元评估。

3.3.2 舱段有限元强度评估

3.3.2.1 应对本章 3.1.3.1（1）航行工况和（2）在位工况进行舱段有限元强度评估。

3.3.2.2 航行工况的屈服强度评估应按照 CCS《矿砂船船体结构强度直接计算指南》进

行。如需要，还应进行细化网格分析。

3.3.2.3 航行工况的屈曲强度评估按照 CCS《矿砂船船体结构强度直接计算指南》进行。对于特殊情况，可再按照 CCS《矿砂船船体结构高级屈曲评估指南》的其他适用方法进行评估。

3.3.2.4 由于船式深海采矿设施的结构形式和装载模式与散货船不同，其在位工况的组合工况应符合如下原则：

(1) 组合工况应至少包括静载荷和动载荷的可能的最不利组合；

(2) 动载荷工况应至少包括最大垂向波浪载荷和最大剪力工况。

3.3.2.5 对于作业工况和自存工况，动载荷应以直接计算为基础，进行校核：

(1) 自存工况由设计者指定的静载荷和可变载荷和一定重现期的场地荷载。

(2) 正常作业工况由设计者/业主指定作业时最大功能载荷、对应的静载荷和停止正常运营的限制性环境条件，但环境荷载重现期应不小于为 1 年。

(3) 静载荷可取作业和自存状态下对应的最大静载荷包络值。

3.3.2.6 在位工况的屈服强度评估应按 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节适用规定进行。

3.3.2.7 在位工况的屈曲强度评估应按 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节适用规定进行。

3.3.3 整船有限元强度评估

3.3.3.1 应对本章 3.1.2.1 (2) 在位工况进行整船有限元强度评估。

3.3.3.2 水动力计算模型和整船的有限元模型的建模原则应按照 CCS《矿砂船船体结构强度直接计算指南》进行。

3.3.3.3 静、动载荷分量的计算及加载方式，应按 CCS《海上浮式装置入级规范》第 6 章适用规定进行。并应考虑在位工况中采矿立管系统的载荷影响，立管系统的载荷响应可以通过模型试验或水动力分析得到。

3.3.3.4 屈服强度评估应按 CCS《海上浮式装置入级规范》第 8 章适用规定进行。

3.3.3.5 屈曲强度评估应按 CCS《海上浮式装置入级规范》第 9 章适用规定进行，对于不满足或特殊情况，可再按 CCS《矿砂船船体结构高级屈曲评估指南》的其他适用方法进行评估。

3.3.4 疲劳强度评估

3.3.4.1 对于船式深海采矿设施，其使用寿命主要以在位工况为主，通常不考虑航行状态下的疲劳累积损伤，CCS 或业主有特别要求除外。

3.3.4.2 船式深海采矿设施疲劳强度应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 5 节关于水面式平台的要求。

3.3.5 采矿设备支撑结构强度评估

3.3.5.1 专用采矿设备、塔架、月池、起重机等支撑结构的强度评估应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 7 节的适用要求。

第 4 节 分舱与稳性

3.4.1 一般规定

3.4.1.1 除本指南另有规定外，船式深海采矿设施的稳性要求应满足相关法规的适用要求。

3.4.2 完整稳性

3.4.2.1 对于船式深海采矿设施的海上航行状态，其完整稳性应满足《2008 年国际完整稳性规则》（2008 IS Code）中对完整稳性的要求。

3.4.2.2 对于船式深海采矿设施的海上作业工况，凡作业时承受额外倾侧力矩的，应考虑额外倾侧力矩对稳性的影响。其完整稳性应满足中华人民共和国海事局《国内航行海船法定检验技术规则》第 4 篇第 7 章第 3 节 3.10.6 条对起重船的衡准要求。

3.4.2.3 船式深海采矿设施的完整稳性应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 3 篇第 2 章第 3 节中关于水面式平台的要求。

3.4.3 破损稳性

3.4.3.1 对于船式深海采矿设施的海上航行状态，其破损稳性应满足《国际海上人命安全公约》（SOLAS）（B 型干舷）第 II-I 章 B-1 或《1988 年载重线议定书》（B-型干舷）第 27 条对破损稳性的要求；其破损稳性还应满足《2008 特种用途船安全规则》（2008 SPS Code）中对破损稳性的要求。

3.4.3.2 对于船式深海采矿设施的自存工况，还应满足 CCS《海上移动平台入级规范》对水面式平台破损稳性的要求

3.4.3.3 船式深海采矿设施的破损稳性应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 3 篇第 2 章第 4 节中对水面式平台的要求。

第 4 章 柱稳式深海采矿设施船体要求

第 1 节 一般规定

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 本章适用于申请“Column Stabilized (Semisubmersible)”附加标志的柱稳式（半潜式）深海采矿设施。

4.1.1.2 本章无规定者，均应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇的有关柱稳式平台的适用要求。

4.1.2 设计工况与设计载荷

4.1.2.1 设施的设计寿命应由业主/设计者应根据开采规模、预期寿命和开采计划等因素确定，一般不小于 20 年。设计工况主要有以下 4 种：

- (1) 正常作业工况：一般不小于 1 年一遇环境载荷。
- (2) 自存工况：重现期不小于 100 年环境载荷。
- (3) 迁移工况：一般不小于 1 年一遇或根据季节性环境条件确定。
- (4) 事故工况：假定在任一细长撑杆失效或单甲板平台的上壳体主桁失效后，遭受 1 年一遇的环境载荷，其安全系数可取 1.0。

4.1.2.2 设计方应根据深海采矿作业区域的环境条件确定风、浪、流设计参数。

4.1.2.3 环境载荷应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 2 章以及第 5 章第 3 节的要求。

4.1.2.4 各种设计工况的相应安全系数应按照 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节的规定选取。

4.1.2.5 气隙应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 5 章第 2 节的要求。

4.1.3 装载模式

4.1.3.1 设计者应根据深海采矿设施的作业特点、功能要求、设计载荷等因素，确定装载模式。通常对于不同的作业状态有不同的装载模式，至少包括但不限于：

- (1) 迁移装载模式；
- (2) 作业装载模式；
- (3) 自存装载模式。

第 2 节 构件尺寸

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 设施的主要构件的尺寸应按本节的规定确定。如构件仅承受局部载荷，且不是平台主框架的有效组成部分，则其尺寸确定可参考 CCS《钢质海船入级规范》相关适用部分的要求。

4.2.1.2 船体构件尺寸应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 2 节有关柱稳式平台的要求。

4.2.1.3 按本节规定计算的构件尺寸为规范要求的最小结构尺寸，其强度还应满足本章第 3 节要求。

第 3 节 结构分析

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 应采用公认和经 CCS 认可的结构分析软件进行结构有限元强度计算。否则，送审方应提供软件的有关说明文件，包括软件所基于的力学原理、软件的求解计算方法和有关的鉴定证明等资料。

4.3.1.2 船体的主要结构的应力应按照本章第 1 节规定的载荷及相应组合工况进行分析确定。应考虑表征作业模式的所有工况，以确定关键的设计工况。

4.3.1.3 结构分析和强度校核应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 3 节和第 4 节的要求。

4.3.1.4 疲劳强度应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 5 节的要求。

4.3.1.5 作为规范规定的安全系统必要组成部分的或者用于承载重载荷的结构，诸如救生艇平台、起重机基座、直升机甲板支撑结构、管架、塔架以及其他重要设备的支座及其支撑结构，在所有作业模式的环境载荷和作业载荷条件下，其结构强度均应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 7 节的要求。

4.3.1.6 对于典型的应力集中区，如月池角隅、立柱与上下壳体连接的大肘板等结构，以及有限元评估时应力超标的区域，应采用细网格有限元进行分析，其失效准则应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节 3.4.2.3 的要求。

第 4 节 分舱与稳性

4.4.1 一般规定

4.4.1.1 柱稳式深海采矿设施的分舱与稳性应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 3 篇的有关柱稳式平台的要求。

第5章 采矿系统

第1节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 本章适用于深海采矿设施的采矿系统及设备，主要包括：布放和回收系统、矿石货物处理系统、矿石脱水系统、海底集矿系统、水下举升系统、尾水处理和排放系统、控制和监视系统和深海采矿作业专用的起重、供电、液压和压缩空气系统及其附属的承压设备等。

5.1.1.2 采矿系统及设备的制造厂应向 CCS 提供一份陈述书，言明由 CCS 检验发证的设备及部件符合适用的标准。如果陈述书言明的标准不包括在本指南第 1 章第 3 节所列的接受标准之中，CCS 将对这些标准进行分析，以确定该标准是否适用。

5.1.1.3 如果采矿系统及设备的设计的某一或某些方面不符合本指南的要求，CCS 将对此差异进行分析，辨别这些设计是否带来附加的风险，并逐一评价这些风险是否可以接受，给出控制风险的意见或判定该设计是否可以接受。

5.1.1.4 深海采矿设施上服务于采矿系统但不属于采矿系统的发动机、压力容器、空气压缩机、泵等机械设备和管路应符合本指南第 7 章的规定。

5.1.1.5 深海采矿设施上服务于采矿系统但不属于采矿系统的电气装置应符合本指南第 8 章的规定。

第2节 设计原则

5.2.1 安全原则

5.2.1.1 采矿系统及设备的设计应能够最大程度保障人命和财产安全。为此在设计中应遵循 5.2.1.2 至 5.2.1.12 规定的原则。

5.2.1.2 系统应按单个误操作或单个故障不至于危及人命安全、导致重大财产损失的原则进行设计。

5.2.1.3 系统应设置安全作业和应急操作所必需的仪表。

5.2.1.4 对系统及设备应采取适当的保护措施，以防止过载、超压、超温和超速。

5.2.1.5 对系统及设备应尽可能通过本质安全设计避免或防止危险的发生。

5.2.1.6 针对预计可能发生的安全风险，应有降低风险发生概率和减轻事故后果的措施。

5.2.1.7 安全系统宜包括两套独立的保护系统，以防止设备、管路系统及正常过程控制中单个故障或失效所产生的影响或使这种影响降至最低。两级保护一般应由不同功能类型的安全装置构成，以减小因同样原因发生故障的可能性。

5.2.1.8 安全系统、控制系统及报警系统应设计成故障安全型。

5.2.1.9 当由于发展太快而不能由人工干预消除的故障状态出现时，安全系统应能即刻做出保护动作，使采矿系统及时恢复至安全状态。

5.2.1.10 对于系统中可移动、活动的大型设备和工具，应有可靠的固定、系固措施。这些措施的设计应考虑作业、迁航、风暴自存和事故倾斜等工况。这些大型设备主要包括水下采矿车、水下中继站、水下扬矿泵、采矿立管单根等。

5.2.1.11 系统及设备应采取有效的防护措施，并应考虑下列方面：

- (1) 安装于水面支持平台的系统和设备满足在潮湿、盐雾环境下的防腐要求。
 - (2) 安装于水下的系统和设备应符合水下工作防腐、防碰撞、防干涉要求。
 - (3) 位于飞溅区的系统和设备应采取有效的防腐和防护措施。
- 5.2.1.12 系统及设备中所有的联接件和紧固件应有可靠的防松措施。

5.2.2 环境保护原则

5.2.2.1 采矿系统的设计应考虑实际可行地保护海洋环境，并应符合国际海底管理局（ISA）等相关国际组织和具有管辖权政府的有关要求。

5.2.2.2 尾水处理系统应能将采矿尾水处理达到国际海底管理（ISA）或沿岸国要求的标准。

5.2.3 布置要求

5.2.3.1 高风险的设备和区域应与低风险者相互隔离。

5.2.3.2 采矿系统设备及部件的布置应使电缆、电缆槽、进排气管、控制和关断系统以及安全系统在采矿作业期间得到保护。

5.2.3.3 重要设备、设施和通道的位置和设计应考虑落物打击风险。

5.2.3.4 甲板和工作区域应设置有效收集污油水及矿浆残留液体的系统。

5.2.3.5 塔架操作室的设计应符合下列原则：

(1) 应使塔架操作室内的工作人员具有清晰的视野，能直接或借助可靠的辅助视觉设备看清主要设备、工作平台上及塔架内的一切作业活动。

(2) 塔架操作室的设计应采取有效隔音措施，使得在外部噪音为 85dBa 的条件下，操作室内的噪音低于 65dBa。

(3) 塔架操作室的设计宜采取隔热、空调等有效的温度控制措施，以使其内部的环境温度适于人员长期工作。

5.2.2.6 采矿系统及设备的布置应使所有设备具有足够的操作、维修空间和通道或者采取等效措施。

5.2.3.7 塔架工作台应至少设有两条无障碍的直接通向安全区域的通道。

5.2.3.8 如果深海采矿设施的作业地点可能会发生结冰或积雪，那么露天的采矿系统及设备应采取能有效减少结冰和积雪的措施。

5.2.3.9 采矿设施月池区域的布置应防止立管、软管和线缆的干涉。

5.2.3.9 安全系统的布置

(1) 在预计的危险事件发生时，可能要求同时操作的安全系统应尽可能在同一位置进行控制。另外，应使用简单有效的视觉和/或声音通讯设施，以保证采矿系统及其所在设施的安全运行。

(2) 安全系统的位置应适当布置并受到保护，以便在的意外事件发生时仍能保持工作状态并可安全接近。

(3) 安全系统的控制位置应位于受保护的处所。

5.2.4 超压保护

5.2.4.1 可能存在超压的系统和设备和/或部件应由适当的保护装置（安全阀、爆破片、易熔塞等）进行保护。

5.2.4.2 在超压保护装置的设计和选择中，应考虑最恶劣的压力源组合。这些压力源包括泵压、流体阻力、静压头、水锤（水击）效应等引起的压力。

5.2.5 材料、焊接和无损检测

5.2.5.1 系统的材料、焊接和无损检测应符合 CCS《材料与焊接规范》或本指南第 1 章第 3 节规定的接受标准的要求，并应考虑材料与功能的适应性。

5.2.5.2 系统和设备中应禁止使用含有石棉的材料。

5.2.6 风险评估

5.2.6.1 本条所规定的风险评估技术要求为推荐要求，可根据船东的需求自愿开展风险评估工作。

5.2.6.2 采矿系统的风险评估可分为下列 3 个层次：

(1) 对系统整体和子系统定性的风险评估，分析的方法可以是 HAZID、HAZOP 和 What-if 等方法；

(2) 功能层次的风险评估，可采用 FMEA/FMECA 的方法；

(3) 设备和/或部件层次的风险评估，可采用 FMEA/FMECA 的方法。

上述评估工作应相继开展，从对整个设计风险辨识开始。必要时针对前期辨识出的具体风险展开进一步的详细分析。

5.2.6.3 应开展覆盖采矿系统整体的定性风险评估，以实现下列目标：

(1) 辨识出于采矿系统相关的潜在风险（包括对深海采矿设施上其他系统的影响）；

(2) 证明采矿系统符合本指南所规定的设计原则；

(3) 提出适当的阻止事故和减轻风险后果的措施；

(4) 提出进一步分析、试验或风险评估的需求。

5.2.6.4 对采矿系统整体风险评估的目的是辨识与系统相关主要危险源，这些危险源包括但不限于：结构失效、机械失效、电气失效、定位失效、失去稳性、设备碰撞、落物、坍塌、直升机碰撞、极端环境。

5.2.6.5 功能层次的风险评估应当覆盖本章 5.1.1 所述的子系统及其控制系统，并辨识出需要进一步进行风险评估的设备和/或部件。

5.2.6.6 部件层次的风险评估应与功能风险评估相关联，以全面理清设备失效模式局部影响和系统中控制/安全功能和其他设备/界面失效影响。

5.2.6.7 FMEA/FMECA 的验证

(1) 应编制并实施一套确认程序以验证选定的关键风险评估结果。例如，对于 FMEA/FMECA 评估，这包括确认辨识出的系统失效模式的有效性、辨识出的系统失效模式的影响、安全控制的响应和针对失效的其他保护措施的有效性。

(2) 部分验证工作可在产品制造厂进行。如果整体的测试要求组装和在设施上安装，在调试时 FMEA/FMECA 确认工作可以作为系统完整性试验（SIT）的一部分。

(3) 试验程序及结果应形成文档以保证 FMEA/FMECA 结论经过确认。

(4) CCS 应审查 FMEA/FMECA 试验程序，并见证 FMEA/FMECA 试验。

5.2.6.8 船东应保留风险评估的结果。如果有任何对采矿系统、子系统、设备或部件的后续改建，风险评估成果应进行更新，以覆盖改建内容，并且证明已经适当地减轻了由改建带来的风险。

第 3 节 设计载荷

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 采矿系统及设备的每个部件都应按预定的不利载荷工况进行设计。作用在采矿

系统及设备上，且对其功能、强度和安全可靠有不利影响的所有内外载荷均应加以考虑。对实际有可能同时作用的各种载荷，应按其可能不利的情况进行组合，但地震载荷除外。

5.3.1.2 采矿系统中的载荷条件主要包括设备和/或系统的设计压力、设计温度、环境载荷、作业载荷和自重。

5.3.1.3 设备和/或系统设计压力和设计温度应符合下列要求：

(1) 设计压力和设计温度应包含足够的余量以覆盖预期的内、外压力和温度条件的不确定性；

(2) 设计压力应高于最高操作压力，并且包含一个合适的安全余量；

(3) 设计压力和设计温度的确定应全面考虑设备和/或系统的启动、关断、运行和可以预计的非正常工况；

(4) 如果没有现成的工程经验作参考，在必要的情况下，可以通过工程分析配合试验的方式，建立设备和/或系统的操作限制条件，用以确定设计压力和设计温度。

5.3.2 环境载荷

5.3.2.1 采矿系统的设计应采用深海采矿设施设计所采用的环境条件和运动性能。

5.3.2.2 如适用，在确定环境载荷时应考虑下列因素：

(1) 设施运动引起的载荷；

(2) 风、浪、海流载荷；

(3) 空气温度和湿度；

(4) 冰雪堆积载荷（适用时）。

5.3.2.3 采矿系统中所有主要部件/设备（例如，塔架、布放和回收系统、矿石货物处理系统等）的设计载荷应包括由于风、波浪和海流造成的平台运动而引起的载荷。在设计承压设备和水下设备的固定方式时应考虑设施的运动。

5.3.2.4 拟在寒冷地区作业的采矿系统和设备，应考虑可能的冰雪堆积载荷，其设计值应由船东/设计者确定。

5.3.3 作业载荷

5.3.3.1 作业载荷系指在作业期间所受到的除环境及部件自重以外的其他载荷。

5.3.3.2 布放回收作业载荷包括大钩载荷、卡盘载荷，此外采矿系统还要考虑立管张紧载荷、矿浆物料重量载荷和事故载荷等。

5.3.3.3 由于作业运动引起的垂向载荷一般通过动载荷系数计算。动载荷系数应根据本指南接受的标准确定。

5.3.3.4 在确定由于作业运动引起的横向载荷时应考虑由于设备横向运动引起的惯性力和离心力、使用轨道的采矿设备传递到轨道上的力和缓冲载荷。

5.3.4 载荷的组合

5.3.4.1 除另有规定外，应针对下列适用工况评估与系统设备及部件有关的载荷组合：

(1) 作业工况（包括布放和回收工况和采矿生产的作业工况）；

(2) 等待工况；

(3) 自存工况；

(4) 迁航工况。

第 4 节 布放和回收系统

5.4.1 一般要求

5.4.1.1. 布放和回收系统用于布放、回收采矿立管、水下扬矿泵、水下中继站和采矿车等水下采矿设备及部件, 主要包括以塔架为中心的塔架提升系统和布置于深海采矿设施舷侧或艏侧的吊放系统, 以及用于处理采矿立管单根的管柱处理系统。

5.4.2 塔架提升系统

5.4.2.1 塔架提升系统是指用于提升和下放采矿立管的系统, 包括塔架及其底座、天车总成、游动滑车、大钩、主提升绞车、死绳固定器等主要设备。

5.4.2.2 塔架提升系统的最大许用工作载荷应参照载荷路径中最薄弱部件的工作载荷加以确定。

5.4.2.3 应急停车和自动停车动作不应引起系统不能承受的动载荷。

5.4.2.4 安装在塔架上的设备应适当地加以固定、系固和/或紧固以防坠落。

5.4.2.5 悬吊耳板、卸扣、吊绳和永久性的附件等应标明安全工作负荷 (SWL)。

5.4.2.6 塔架提升系统中的主要设备应符合下列要求:

(1) 塔架及其底座应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 4 节对于井架、钻台和底座的适用要求。

(2) 主提升绞车应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 9 节 3.9.1.2 对钻井绞车的适用要求或接受标准的要求。

(3) 天车、游动滑车和提升大绳应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 9 节 3.9.1.3 的要求, 并应具有足够的承载能力。

(4) 大钩应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 9 节 3.9.1.4 的要求。

5.4.2.7 塔架提升系统的仪表和控制应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 9 节 3.9.1.9 的适用要求。

5.4.2.8 升沉补偿系统应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 7 节和 CCS《钻井补偿系统指南》的适用要求。

5.4.3 吊放系统

5.4.3.1 吊放系统应符合 CCS《潜水系统与潜水器入级规范》第 14 章对吊放系统的适用要求。

5.4.3.2 吊放系统应具有有效限制被吊放设备水平方向晃荡的功能, 或采取等效的措施。

5.4.2 管柱处理系统

5.4.2.1 管柱处理系统主要用于运移和处理采矿立管单根, 主要设备包括抓管机、猫道机、吊钳、夹钳等。

5.4.2.2 管柱处理系统应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 9 节 3.9.2 的相应要求。

第 5 节 矿石货物处理系统

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 矿石货物处理系统主要包括用于矿石货物处理的起重设备、控制系统、输送设备等。

5.5.1.2 矿石货物处理系统应有足够备用装置以便在单一部件失效时投入使用，宜进行失效模式及影响分析。如果由于系统的设计，设置备用系统不切实际时，应在平台上应有必要的备件，用以纠正失效，并能够恢复作业。

5.5.1.3 应将起重设备的最大安全工作载荷显著地张贴于控制位置附近，使操作人员方便的看到。

5.5.1.4 在矿石货物处理系统的设计中宜按照本章第 2 章 5.2.6 的要求进行风险评估，并将评估报告提交 CCS 审查。

5.5.2 提升装置

5.5.2.1 矿石货物处理系统中的提升装置应符合 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》的规定，并应符合 5.5.2.2 至 5.5.2.4 的附加要求。

5.5.2.2 所有的提升装置应设有有效的刹车或其他等效装置，以便能够在其额定速度下承受安全工作载荷时停止提升装置的运动，并保持其处于停止位置。当动力中断时刹车应能自动发挥作用。应采用上、下限位停止的方式来确定垂向行程，并设置下列装置：

- (1) 限位停止装置；
- (2) 限制不正确提升方向的禁止装置；
- (3) 独立于其他开关的紧急停止开关。

5.5.2.3 如果在到达矿石货物处理设备之前，载荷量不受控制，则应设置过载保护系统。使用绳索或链条的提升装置应设有辨别绳索或链条松弛的装置，此装置应能停止提升装置的所有运送操作。

5.5.2.4 应有措施阻止在故障排除之前提升设备重新启动。

5.5.3 输送装置

5.5.3.1 在正常的作业和紧急状态（例如超速）下，通过采用下列装置，输送装置/传送器应能在额定载荷下安全地从额定速度减速并停止，而不发生过度的冲击：

- (1) 1 套用于正常作业的电气的或机械的刹车系统；
- (2) 1 套能够在动力中断时自动操作的机械式刹车系统，并用作驻车刹车。
- (3) 应设置另外一套附加刹车，它能够在主刹车失效时自动启动并工作。附加刹车应能在输送装置/传送器的任一套传动装置失效时自动启动并工作。

5.5.3.2 当由于安全的原因需要较低速度时，输送装置除制动系统外，还应具有自动减速功能。

5.5.3.3 输送装置应具有自动监视功能。在失效时，输送装置应能自动停止。

5.5.3.4 采用导轨的矿石货物处理系统应设有防止脱轨的装置。该装置应能够在传送轮或导向滚子失效的情况下有效工作。轨道的连接应包括适当的互锁装置以防止脱轨。导轨清扫装置应设置在传送轮和导向滚子的前方。

5.5.3.5 应设有防止在传送轮或轴失效时矿石货物输送机滑落的装置。

5.5.4 转运装置

5.5.4.1 转运装置应能将矿石货物安全、高效地从水面支持平台转运至矿石运输船舶。

5.5.4.2 转运装置中的主要承载部件或设备应能承受操作过程中的最大载荷。

5.5.4.3 转运装置应能在海洋环境条件超出转运作业限值时，及时停止转运作业以保障深海采矿设施和矿石运输船舶的安全。

5.5.5 控制和监视装置

5.5.5.1 矿石货物装载和卸载作业应从一处单独的矿石货物控制站进行控制和监视。

5.5.5.2 如果在矿石货物处理系统中的设备需要手动操作，应有措施能够在调试、故障排查和其他类似工作中包括这些操作。

5.5.5.3 矿石货物处理系统的监视装置应能显示系统操作状态（操作或未操作），动力的可用性、过载报警、空气压力、刹车机构状态、液压介质压力、供电状态或电流、马达运转情况和马达过载等信息，如适用。

5.5.6 应急关断装置

5.5.6.1 应设置应急关断装置用于在紧急状况下停止矿石货物处理系统，而不产生附加的安全风险。

5.5.6.2 应急关断装置应位于每一控制位置。

5.5.6.3 矿石货物处理系统应能在应急关断装置复位至起动位置后，从控制站起动。

5.5.6.4 动力单元的远程关断操作位置应设置在其所在处所的外部，以便能够在火灾或其他紧急情况下将其停止，同时也应设置就地应急关断装置。

第 6 节 矿石脱水系统

5.6.1 一般要求

5.6.1.1 矿石脱水系统的主要设备包括筛分装置（如振动筛）、重力沉降罐、离心机、水力旋流器和矿浆泵等。

5.6.1.2 矿石脱水系统的主要设备应符合 CCS 接受的国家标准、行业标准、国际标准或国外标准。

第 7 节 海底集矿系统

5.7.1 一般要求

5.7.1.1 海底集矿系统由水下采矿车及其相关系统构成。

5.7.1.2 水下采矿车用于在海床上采集矿石，根据所开采的矿种通常具有矿石剥离、破碎、收集等功能，可以通过履带或螺旋推进器等行走机构在海底行走。

5.7.2 框架结构

5.7.2.1 水下采矿车和相关系统的框架结构应具有足够的强度，设计中应考虑由于触底、物体碰撞、海浪的拍击、水面支持平台上的颠簸等因素引起的载荷。

5.7.1.2 水下采矿车和相关系统的结构的设计应能保证其内部空间完全可浸没和排空。在结构的最高点和最低点应设置适当的开口。进水口和放空口应有适当的尺寸以保证水能够自由的进入和完全排出。

5.7.1.3 金属结构应有适当的防腐、防海生物的措施。

5.7.3 吊耳/附件

5.7.3.1 用于下放和回收水下采矿车和相关系统的吊耳/附件应考虑垂向、纵向和横向的动载荷。

5.7.3.2 在适当的情况下，也应考虑其他适用载荷，例如水和矿浆的进入、增加的质量和拖曳引起的载荷。

5.7.4 导航系统和设备

5.7.4.1 水下采矿车和相关系统应至少设置下列导航设备/系统：

- (1) 导航用摄像机；
- (2) 照明设备；
- (3) 下潜水深测量装置；
- (4) 紧急定位装置。

5.7.5 紧急定位装置

5.7.5.1 水下采矿车应设置 1 套水面定位装置（例如频闪灯）和 1 套水下定位装置（例如声波发生器、声纳反射器或浮标）。

5.7.5.2 声波水下定位装置应与水面支持平台上的导航/定位系统相匹配。

5.7.6 通信系统

5.7.6.1 水下采矿车应设有适当的通信装置，以便能够实现其与水面支持平台上的传感器/设备和采矿控制站之间的数据传输。

5.7.7 机械装置和管路系统

5.7.7.1 专门用于水下采矿作业和在正常作业时浸没于水中的管路系统和机械装置应符合 CCS《潜水系统与潜水器入级规范》第 9 章的有关规定。管路系统应有机械防护以防止其受到损伤。

5.7.8 电气系统和设备

5.7.8.1 专门用于水下采矿作业和在正常作业时浸没于水中的电气装置应满足 CCS《潜水系统与潜水器入级规范》(2018) 第 10 章的适用要求。电气系统应有机械防护以防止其受到损伤。当电气系统使用 1000V 以上的交流电或直流电时，应进一步注意人员的防护。这包括：

- (1) 提供更高等级的外壳防护；
- (2) 减少可能的接地故障电流；
- (3) 设置 1 套固定的屏障使人员与设备保持安全距离；
- (4) 设置双重的绝缘，包括两层绝缘层，中间有导电屏；
- (5) 提供防护服。

5.7.8.2 用于传输电力和信号的柔性电缆应当采用防水工艺制造。电缆应当受到保护以防机械损伤。拉伸载荷不应施加于电缆或电线上。

5.7.9 系绳/缆管理系统

5.7.9.1 如果采用系绳/缆管理系统（TMS）时，该系统应符合下列要求：

- (1) 系绳/缆管理系统应设置适当的装置, 在下放和回收作业时容纳和保护水下采矿车;
- (2) 系绳/缆管理系统的框架应能容纳附加的组件或设备;
- (3) 系绳/缆管理系统的框架应符合 5.7.2 规定的适用要求;
- (4) 系绳/缆管理系统应当配备系绳缠绕机构, 缠绕机构可以固定在 TMS 框架上。应有装置监测由缠绕机构放出的系绳/缆的长度。

第 8 节 水下举升系统

5.8.1 一般要求

5.8.1.1 水下举升系统用于将矿石从海底输送至水面支持平台, 可以采用水力举升、气体举升、磁感应举升、穿梭举升和连续输送器举升等多种举升方式。目前的水下举升系统多为采用水力举升方式的水下扬矿系统。

5.8.1.2 水下扬矿系统可由采矿立管、立管悬挂装置、水下扬矿泵、水下中继站、挠性跨接管或水下输送软管、连接器等组成。

5.8.1.3 在水下举升系统的设计中宜按照本指南第 2 章 5.2.6 的要求进行风险评估, 并将评估报告提交 CCS 审查。

5.8.2 采矿立管

5.8.2.1 根据特定的应用情况, 采矿立管可采用刚性管或挠性管。刚性管的连接方式可包括但不限于螺纹连接、法兰连接、快速插拔式接头连接等。

5.8.2.2 刚性采矿立管的材料、焊接及无损检测应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》中关于钻井隔水管的相关规定。

5.8.2.3 挠性采矿立管的材料选择应适用于预期应用条件并满足 API RP 17B 的相关要求。

5.8.2.4 采矿立管的设计衡准和分析方法应符合 CCS《海洋立管系统检验指南》中的相关规定。

5.8.2.5 采矿立管的设计应根据计划的作业方式(如恶劣海况时是否解脱、预期应用的矿场及周期), 满足设计寿命内的疲劳要求和最危险工况的强度要求。如果立管设计为在设计寿命内应用于多个预期的不同海域矿场, 立管的累积疲劳损伤应符合设计要求。

5.8.2.6 采矿立管设计应考虑冲蚀、腐蚀的影响。冲蚀分析如采用公认适用技术标准之外的新方法, 分析方法应经充分论证或试验验证, 并经 CCS 认可。

5.8.3 立管悬挂装置

5.8.3.1 立管悬挂装置应为采矿立管及跨接管提供足够的顶部张力, 并满足强度和疲劳的相关要求。

5.8.3.2 当采用可提供相对恒定张力的张紧系统时, 张紧系统应符合 CCS《海上钻井装置检验指南》第 3 章第 6 节 3.6.2 的要求和 CCS《钻井补偿系统指南》对张紧系统的适用要求。

5.8.4 水下扬矿泵

5.8.4.1 水下扬矿系统中可设置一台或多台与采矿立管相连接的水下扬矿泵。水下扬矿泵的形式可为离心泵、混流泵或隔膜泵等。

5.8.4.2 离心式水下扬矿泵的型式与基本参数应符合本指南接受标准的相关规定，并满足深海采矿的特殊应用条件。

5.8.4.3 每种型号的首台水下扬矿泵应经过清水和矿浆输送性能试验，保证其性能指标满足深海采矿实际需求。

5.8.5 水下中继站

5.8.5.1 水下扬矿系统中如果设有水下中继站，则该中继站本体和与采矿立管的连接应具有足够的强度，结构框架应符合本指南5.7.2的要求，并应设有适当的防碰撞保护装置。

5.8.6 挠性跨接管和水下输送软管

5.8.6.1 可采用挠性跨接管或水下输送软管将矿浆从海底集矿设备输送至水下扬矿泵、采矿立管或水下中继站的底部。

5.8.6.2 当采用挠性跨接管时，挠性管应符合API RP 17B《挠性管推荐做法》的相关规定，并满足深海采矿的应用条件要求。

5.8.6.3 当采用水下软管时，软管应符合OCIMF《海上系泊设施软管购置和制造指南》或接受标准中的相关规定，并满足深海采矿的应用条件要求。

5.8.6.4 挠性跨接管或水下输送软管的端部宜设置适合采矿用途的旋转接头。

第9节 尾水处理和排放系统

5.9.1 一般要求

5.9.1.1 尾水处理系统应能将采矿尾水处理至符合国际海底管理局（ISA）或沿岸国政府法规规定的指标后方可进行排放。

5.9.1.2 尾水处理系统中应设置能够连续监测排放尾水流量、尾矿粒径和浓度的装置。

5.9.1.3 尾水排放口的位置和布置应当符合国际海底管理局（ISA）或沿岸国政府法规的规定，并应尽量降低尾水排放后产生的羽状流对海洋环境产生的不利影响。

5.9.1.3 水下尾水返排放管可设计为立管管束形式，也可独立布置。

5.9.1.4 对于独立布置的水下尾水排放管，其设计衡准和分析方法应符合采矿立管的相关要求。

5.9.1.5 对于立管管束形式的水下尾水排放管，管束横截面对流体载荷及载荷效应的不利影响，应在设计分析中予以考虑。

第10节 控制和监视系统

5.10.1 一般要求

5.10.1.1 控制和监视系统的设计、安装、试验等应符合本指南规定，以及CCS《海上移动平台入级规范》第6篇相关要求。

5.10.1.2 控制和监视系统应能对整个采矿系统进行控制和操作，并与水面支持平台上的其他重要处所（如驾驶室/中控室、DP操作站、消防控制站）之间设有可靠的通信设备，确保采矿系统与水面支持平台之间保持协同，以保证作业安全。

5.10.2 系统设计

5.10.2.1 水面支持平台上应设有一个集中控制站，对采矿系统及设备进行控制和监测。

5.10.2.2 集中控制站应相对独立布置，其内部空间及环境应适合人员长期工作，且不易受到外界噪声和不利外部环境的干扰，房间上部不应布置有液体、热力管线。集中控制站应设有两扇尽可能相互远离的门。

5.10.2.3 水下监测系统应足够可靠，除了通过传感器对水下采矿设备（例如，水下中继站、采矿立管下端、水下采矿车）的位置、运行状态和立管张力等进行实时监测外，还应设有实时摄像装置，并配有足够且可靠的水下照明，使采矿操作人员能够实时、准确、全面地掌握水下采矿设备的状态和安全范围等。

5.10.3 安全功能

5.10.3.1 采矿系统集成站应具有紧急关停水下采矿设备（例如，水下扬矿泵、水下采矿车等）的功能，且紧急关停通信线路应该是独立的。

5.10.3.2 采矿系统集成站应具有将采矿立管紧急解脱的功能。

5.10.4 系统通信

5.10.4.1 水下采矿车位置、及其与采矿立管之间相对位置、安全作业范围的设定等信息应在驾驶室/DP 控制站实时显示，以方便驾驶人员和 DP 操作人员能够随时了解这些信息。

5.10.4.2 采矿系统集成站的紧急操作信息应能在驾驶室/DP 控制站实时显示。

5.10.4.3 水面支持平台上的紧急操作、安全报警信号应能在采矿系统集成站显示。

5.10.4.4 采矿系统集成站与驾驶室、DP 控制站应设有双向可靠语音通信设备。

5.10.5 脐带缆

5.10.5.1 脐带缆应当通过强力构件或应变消除附件附着于水下采矿车等服务的水下设备上，从而使得单独的电接头不承受拉伸载荷。脐带缆的长度应适应于所服务的水下设备的设计深度，并应包括脐带缆重新端接的额外长度。

5.10.5.2 当脐带缆被考虑作为第二回收装置时，脐带缆的布置应使得所服务的水下设备的重量由脐带缆中的承载部件承受，该承载部件应符合 CCS《潜水系统与潜水器入级规范》第 14 章的适用要求。

5.10.5.3 脐带缆的爆破压力应不小于 4 倍的系统工作压力，其额定压力应不低于系统最高工作压力，且不低于深海采矿设施设计水深的等效压力再加上 $28\text{kg}/\text{cm}^2$ 的附加压力。此外，脐带缆的接头应具有足够的防腐性能和密封性能，能够抵抗事故脱离，并且其额定压力应不低于脐带缆软管的额定压力。应在验船师在场的情况下，对脐带缆软管和附件进行压力试验，试验压力为 1.5 倍系统设计压力。

第 11 节 电力输配系统

5.11.1 一般要求

5.11.1.1 采矿系统的电气装置，其设计、建造、安装和试验应符合本章规定和 CCS《海上移动平台入级规范》第 5 篇的适用规定。

5.11.1.2 所有电气设备和电源布置应适于在海上及水下工作的环境条件下，安全可靠地工作。

5.11.1.3 所有相关电气设备应能满足海上及水下作业条件的要求，包括倾斜、摇摆、温度、湿度和盐度等。

5.11.2 系统设计

5.11.2.1 对于暴露在水中的电气设备，应考虑在各种不同情况下尽可能减少故障电流的措施。

5.11.2.2 电路中应设有能断开所有电极的保护装置来进行过载和短路保护。

5.11.2.3 所有配电系统均为绝缘系统并应有相对独立性，当系统中任一线路发生故障时，应不会影响其他线路的可靠工作或不会使其他设备在较长时间内失效。

5.11.2.4 采矿系统集成站内的紧急操作系统应由应急电供电。

5.11.2.5 采矿系统集成站应由独立的不间断电源（UPS）供电。

5.11.3 水下线缆

5.11.3.1 水下线缆、电缆一般应经 CCS 认可，并证明其在规定工作条件下能安全使用。对于特殊类型电缆，应证明其在规定工作条件下的适用性并经 CCS 同意。

5.11.3.2 水下线缆应为柔性、不吸湿电缆，并具有足够的拉伸强度。一般情况下，应采取不使线缆承受拉伸载荷。

5.11.3.3 水下线缆的布置应使其免受推进器的破坏和影响。

5.11.3.4 服务于水下设备的供电、通信线缆连接处应水密且绝缘。此水密和绝缘性能应经过至少 1.2 倍作业水深的耐压测试。

5.11.3.5 如果水下设备的供电、通信线缆连接采用了液压油接线盒，则应配备液压补偿装置。

第 6 章 定位系统

第 1 节 一般规定

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 本章适用于深海采矿设施的定位系泊系统和动力定位系统。

第 2 节 定位系泊系统

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 定位系泊系统将在业主/设计者规定的作业限制和程序的基础上考虑入级。作为入级条件的上述作业限制和程序应载入操作手册中。

6.2.1.2 定位系泊系统除满足本节要求外，还应符合本指南其他适用要求和主管机关的有关规定。

6.2.2 环境载荷及设施运动

6.2.2.1 本节要求仅涉及系泊系统分析所需的环境载荷及由风、浪和流引起的系泊设施的运动。

6.2.2.2 业主/设计者应规定正常作业和自存环境条件，环境条件的重现期应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 8 章第 2 节的规定。

6.2.2.3 深海采矿设施的环境载荷和设施运动计算应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 8 章第 2 节的规定。

6.2.3 系泊分析和设计衡准

6.2.3.1 定位系泊系统应设计成在任一系泊设备突然失效时，不会导致其他系泊设备相继失效。

6.2.3.2 深海采矿设施的设计工况、系泊分析和设计衡准应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 8 章第 3 节的规定。

6.2.4 系泊设备

6.2.4.1 深海采矿设施的系泊设备应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 8 章第 4 节的规定。

6.2.4.2 锚机应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 8 章第 5 节的规定。

第 3 节 动力定位系统

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 动力定位系统的设计、布置等技术要求应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 5 篇的适用规定以及 CCS《钢质海船入级规范》第 8 篇第 11 章的规定。

6.3.1.2 动力定位系统的相关试验应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 6 章 6.2.6 的要求，以及 CCS《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 9 章 9.1.4 的补充要求。

6.3.1.3 对于闭合母排动力定位系统，除应满足 6.3.1.1 和 6.3.1.2 的要求外，还应满足 CCS《闭环动力定位系统检验指南》的要求。

第 7 章 轮机系统

第 1 节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 船式深海采矿设施的轮机系统应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 4 篇对于水面式平台的适用规定。

7.1.1.2 柱稳式深海采矿设施的轮机系统应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 4 篇对于柱稳式（半潜式）平台的适用规定。

第 8 章 电气装置

第 1 节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 深海采矿设施的电气装置应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 1 篇和第 5 篇中对于电气装置的适用要求。对于水下供电系统，还应满足本指南第 5 章第 11 节相关要求。

第 9 章 消防

第 1 节 一般规定

9.1.1 一般要求

9.1.1.1 深海采矿设施的消防应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 7 篇对于海上移动工程平台的适用要求。

第 10 章 防污染设备和布置

第 1 节 一般规定

10.1.1 一般要求

10.1.1.1 防污染设备和布置应符合 IMO 关于防止船舶造成污染方面的国际公约以及船旗国主管机关的有关规定。

第 2 节 柱稳式深海采矿设施压载水管理系统的布置

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 如果由于作业的需要，柱稳式深海采矿设施在作业海域进行压载水的大量卸排，根据 IMO《2004 年国际船舶压载水和沉积物控制与管理公约》，在原地排放的压载水只要不与来自其他地区的压载水或者沉积物发生混合，则可以不进行压载水处理。在此种情况下，可将仅用于本海域作业的压载舱，作为工作舱使用，不再用于任何压载工况，并应写入压载水管理计划。其他压载舱用于压载水调驳、处理和压排操作。

10.2.1.2 考虑到压载水管理系统的安装和运行经济性，可为柱稳式深海采矿设施配置容量较小的压载水管理系统和配套的压载泵，利用航行时间采取循环处理法或者换舱处理法对压载水进行处理。

第 3 节 货物残余排放

10.3.1 一般要求

10.3.1.1 货物残余应包括添加剂（如有）及其可能产物，其排放应满足 MARPOL 附则 V 第 4.1.3 条和第 6.1.2 条以及极地规则 II-A 部分第 5.2.1.5 条的规定。

10.3.1.2 如果货舱舱底水中包含的货物材料对海洋环境无害，且舱底水从载货的货舱通过船舶固定式舱底水管系排放，该货物材料不应作为货物残余处理，可直接排放。

10.3.1.3 对海洋环境有害的货物残余，可能需要在深海采矿设施中收集和储存直至将其排放到港口接受装置处理。在所有情况下，此类货物残余的储存不应危及健康和安全。