



中华人民共和国国家标准

GB/T 39212—2020

浮式钻井船钻柱升沉补偿装置

Drill string compensating system of floating drilling unit

2020-10-11 发布

2021-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分类、组成和产品标记..... 2

 4.1 分类 2

 4.2 组成 4

 4.3 产品标记 4

5 要求 5

 5.1 设计 5

 5.2 材料 6

 5.3 质量与尺寸公差 6

 5.4 外观质量 6

 5.5 焊接质量 6

 5.6 强度 6

 5.7 管路密性 7

 5.8 补偿性能 7

 5.9 环境适应性 7

6 试验方法 7

 6.1 质量与尺寸公差 7

 6.2 外观质量 7

 6.3 焊接质量 8

 6.4 强度 8

 6.5 管路密性 8

 6.6 补偿性能 8

 6.7 环境适应性 8

7 检验规则 8

 7.1 检验分类 8

 7.2 型式检验 8

 7.3 出厂检验 9

8 标志、包装、运输和贮存..... 10

 8.1 标志 10

 8.2 包装 10

 8.3 运输 10

 8.4 贮存 10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会(SAC/TC 137)提出并归口。

本标准起草单位:广东精钢海洋工程股份有限公司、中国船舶工业综合技术经济研究院、中国船级社、中海油研究总院有限责任公司、广东精钢海洋工程创新研究有限公司。

本标准主要起草人:李光远、吴平平、许亮斌、段明星、陆军、麦志辉、张静波、马振军、张帅君、邓达纭、欧阳涛、杨清峡、周建良、刘伟、陈峰、李国庆、李扬、徐天殷。



浮式钻井船钻柱升沉补偿装置

1 范围

本标准规定了浮式钻井船液压式钻柱升沉补偿装置(以下简称钻柱补偿装置)的分类、组成和产品标记、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于钻柱补偿装置的设计、制造和验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 191 包装储运图示标志

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 712—2011 船舶及海洋工程用结构钢

GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 1720 漆膜附着力测定法

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 1958 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证

GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB 3836(所有部分) 爆炸性环境

GB/T 5099(所有部分) 钢质无缝气瓶

GB/T 5267.1 紧固件 电镀层

GB/T 5267.4 紧固件表面处理 耐腐蚀不锈钢钝化处理

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 6463 金属和其它无机覆盖层厚度测量方法评述

GB/T 7826 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析(FMEA)程序

GB/T 8163—2018 输送流体用无缝钢管

GB/T 13306 标牌

GB/T 13342 船用往复式液压缸通用技术条件

GB/T 14039—2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号

GB/T 14976—2012 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB/T 17107 锻件用结构钢牌号和力学性能

GB/T 19190 石油天然气工业 钻井和采油提升设备

GB/T 20663 蓄能压力容器

GB/T 23507.1 石油钻机用电气设备规范 第1部分:主电动机

GB/T 25295 电气设备安全设计导则

GB/T 28911 石油天然气钻井工程术语

GB/T 30790.5 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第5部分:防护涂料体系

GB/T 39212—2020

GB/T 31415 色漆和清漆 海上建筑及相关结构用防护涂料体系性能要求
GB/T 32474 石油钻井井控设备用橡胶软管及软管组合件
GB/T 33145 大容积钢质无缝气瓶
CB/T 1102 船用液压系统通用技术条件
CB 1146.2 舰船设备环境试验与工程导则 低温
CB 1146.3 舰船设备环境试验与工程导则 高温
CB 1146.4 舰船设备环境试验与工程导则 湿热
CB 1146.12 舰船设备环境试验与工程导则 盐雾
CB/T 3616 管路压力试验要求
CB/T 4397 海洋石油平台电气设备防护、防爆等级要求
材料与焊接规范(2018)(中国船级社)

3 术语和定义

GB/T 28911 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

最大静载荷 maximum static load

钻柱补偿装置所能承受的最大工作载荷。

3.2

最大补偿载荷 maximum compensating load

钻柱补偿装置进行补偿运动时所能承受的最大载荷。

3.3

最大补偿行程 maximum compensating stroke

补偿运动时钻柱补偿装置所能提供的垂直方向最大位移。

3.4

最大补偿速度 maximum compensating speed

钻柱补偿装置进行补偿运动时所能达到的最大速度。

4 分类、组成和产品标记

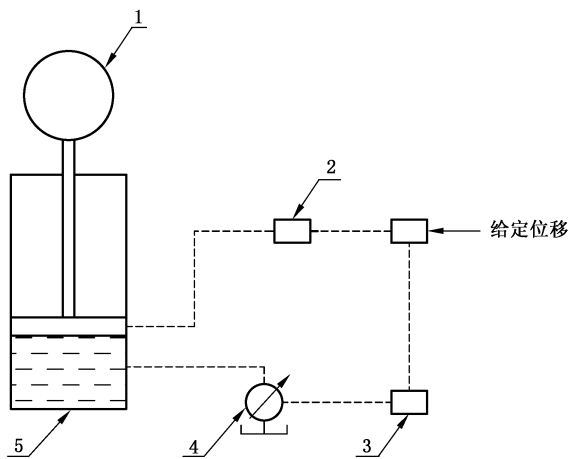
4.1 分类

4.1.1 钻柱补偿装置按照安装位置分为：

- a) 天车式补偿装置；
- b) 游车式补偿装置。

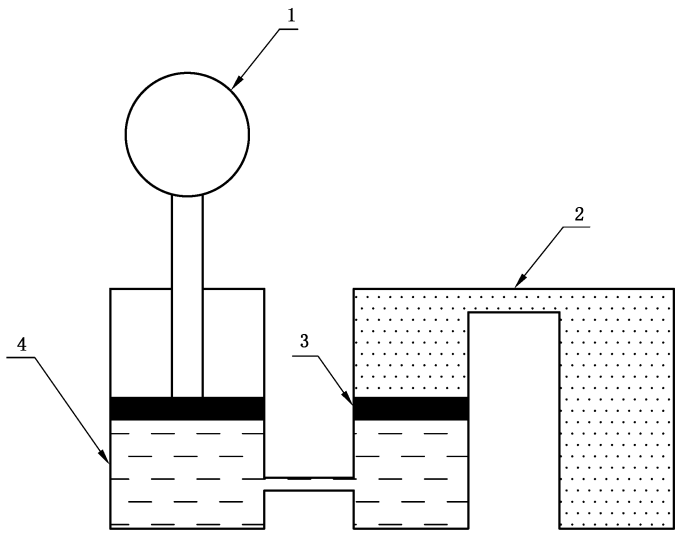
4.1.2 钻柱补偿装置按照补偿形式分为：

- a) 主动补偿装置,原理图见图 1；
- b) 被动补偿装置,原理图见图 2；
- c) 主被动复合补偿装置,原理图见图 3。



说明：
1——滑轮组；
2——位移传感器；
3——活塞；
4——驱动泵；
5——液压缸。

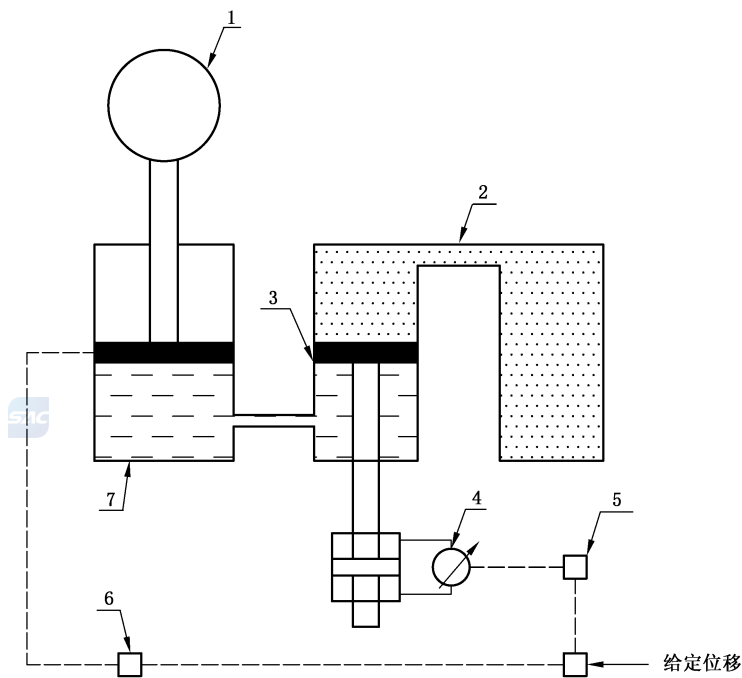
图 1 主动补偿装置原理图



说明：
1——滑轮组；
2——蓄能器；
3——活塞；
4——液压缸。

图 2 被动补偿装置原理图

GB/T 39212—2020



- 说明：
- 1——滑轮组；
 - 2——蓄能器；
 - 3——活塞；
 - 4——驱动泵；
 - 5——控制器；
 - 6——位移传感器；
 - 7——液压缸。

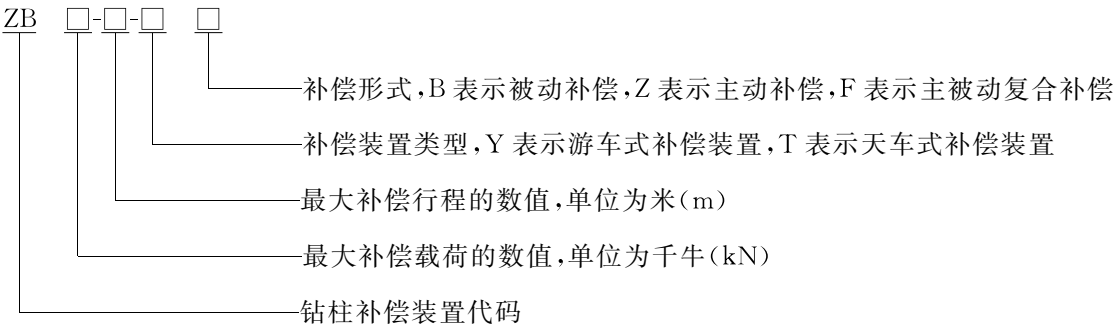
图 3 主被动复合补偿装置原理图

4.2 组成

- 4.2.1 钻柱补偿装置一般由执行单元、动力单元、控制单元三部分组成。
- 4.2.2 执行单元主要由液压缸、滑轮组、导向机构等组成；动力单元主要由主电机、驱动泵、蓄能器、气瓶、阀件、管汇等组成；控制单元主要由传感器、控制台、控制箱等组成。

4.3 产品标记

钻柱补偿装置产品标记以型号表示，方法如下：



示例：最大补偿载荷为 3 500 kN，最大补偿行程为 8.0 m，天车式补偿装置，主被动复合补偿的钻柱补偿装置标记为：
ZB3500-8.0-TF

5 要求

5.1 设计

5.1.1 总则

5.1.1.1 钻柱补偿装置的设计应满足预定用途的要求,主要技术参数有最大补偿载荷、最大补偿行程、最大静载荷、最大补偿速度。主要设计要求如下:

- a) 最大补偿行程应不小于钻井船在钻井作业工况下的最大升沉位移;
- b) 最大补偿速度应不小于钻井船在钻井作业工况下的最大升沉速度;
- c) 动力单元参数应与最大补偿载荷、最大补偿行程、最大补偿速度相匹配;
- d) 设计主动或主被动复合补偿装置,应考虑传感器和控制器的频率、延迟时间等因素对补偿控制精度的影响。

5.1.1.2 应根据 GB/T 7826 的规定对钻柱补偿装置进行失效模式和影响分析(FMEA)。

5.1.2 执行单元

5.1.2.1 液压缸底部应设有缓冲装置。

5.1.2.2 液压缸的设计除应考虑到液压缸内压载荷,还应考虑到液压缸作为结构件所要承受的载荷。

5.1.2.3 液压缸应满足 GB/T 13342 的相关要求。

5.1.2.4 滑轮组、钢丝绳、游车、游车大钩等零部件应满足 GB/T 19190 的相关要求。

5.1.2.5 每个液压缸应独立配置蓄能器。

5.1.2.6 在液压缸和蓄能器之间应设置隔离装置,可使液压缸活塞在任意补偿位置锁定。

5.1.3 动力单元

5.1.3.1 动力单元的液压系统设计应符合 GB/T 3766 的相关要求。

5.1.3.2 主电机的选用应符合 GB/T 23507.1 的相关要求。

5.1.3.3 蓄能器的选用应符合 GB/T 20663 的相关要求。

5.1.3.4 蓄能器应设有阀件,用于排出任何经过活塞泄漏的液体。

5.1.3.5 蓄能器的容积应大于液压缸的容积。

5.1.3.6 钻柱补偿装置应设计应急系统或机构,使得钻柱补偿装置在升沉补偿作业过程中不会出现关键性失效。

5.1.3.7 对于主动补偿装置,动力源应冗余配置。

5.1.3.8 液压系统中应设置失压保护装置。

5.1.3.9 液压管路系统的设计 and 安全性应符合 GB/T 1102 的相关要求。

5.1.3.10 液压管路系统的连接软管及组合件应符合 GB/T 32474 中的相关要求。

5.1.3.11 液压系统管路中液压油的固体颗粒污染度等级应不高于 GB/T 14039—2002 中规定的—/16/13。

5.1.3.12 气瓶应设置安全阀,安全阀整定压力应为工作压力的(1.05~1.1)倍。

5.1.3.13 公称水容积为 0.15 L~150 L 的气瓶应符合 GB/T 5099(所有部分)的相关要求。

5.1.3.14 公称水容积为 150 L~3 000 L 的气瓶应符合 GB/T 33145 的相关要求。

5.1.4 控制单元

5.1.4.1 钻柱补偿装置的电气设计应满足 GB/T 25295 的要求。

GB/T 39212—2020

5.1.4.2 钻柱补偿装置应设置传感器,对钻柱补偿装置的状况进行监控。

5.1.4.3 传感器量程及频率特性应与被测参数预计的最大变化范围及变化速率相适应,其中运动参考单元(MRU)的精度应不低于满量程的 10%。

5.1.4.4 钻柱补偿装置应设计安全系统以保证在断电情况下的安全和基本功能。

5.1.4.5 控制单元应能实时监控钻井船的运动状态和钻柱补偿装置的工作状态,对补偿载荷、补偿速度、补偿位移等进行控制。

5.1.4.6 电气设备的防护等级应符合 GB/T 4397 的规定。

5.1.4.7 相关设备的防爆要求应符合 GB 3836(所有部分)的相关要求。

5.1.4.8 控制单元的中央控制台、机旁控制箱应能分别具有控制功能,中央控制台及机旁控制箱应有能转换控制模式的功能。

5.2 材料

5.2.1 钻柱补偿装置零部件材料应根据具体设计要求进行选用。具体钢制材料可按照 GB/T 700、GB/T 1591 和 GB/T 17107 选用。

5.2.2 钻柱补偿装置的结构件(除液压缸外)性能应不低于 GB/T 712—2011 中 DH32 结构用钢的相应要求。

5.2.3 钻柱补偿装置中压缩空气、液压管路系统的不锈钢管道材料性能应不低于 GB/T 14976—2012 中 022Cr19Ni10 级不锈钢管的相应要求。

5.2.4 钻柱补偿装置中压缩空气、液压管路系统的碳钢材料性能应不低于 GB/T 8163—2018 中 Q345B 级碳钢管的相应要求。

5.2.5 钻柱补偿装置材料经检验合格后方可投产。

5.3 质量与尺寸公差

5.3.1 钻柱补偿装置的实际质量偏差不超过其设计值的 5%。

5.3.2 钻柱补偿装置零部件的尺寸及公差应在设计图样上标注齐全,未注公差的线性和角度尺寸的公差应符合 GB/T 1804—2000 中 m 级的规定。

5.3.3 钻柱补偿装置零部件的形位公差应在设计图样上标注齐全,未注形位公差应符合 GB/T 1184—1996 中 k 级的规定。

5.4 外观质量

5.4.1 钻柱补偿装置的零部件应无毛刺、碰伤、划痕、锈蚀痕迹等缺陷。

5.4.2 所有裸露零部件均应进行防腐涂装。在经过涂装表面处理后,根据具体基底材料情况,分别采用电镀和钝化、防锈漆层进行防腐。采用电镀防腐时,应按照 GB/T 5267.1 的要求进行施工;采用钝化方式进行防腐时,应按照 GB/T 5267.4 的要求进行施工;采用漆层防护时应按照 GB/T 31415 的要求进行涂漆防护。

5.5 焊接质量

结构件的焊接应满足中国船级社《材料与焊接规范(2018)》第 3 篇中第 6 章的要求。

5.6 强度

5.6.1 在 1.25 倍最大静载荷的强度负荷下,结构件应无结构损坏和永久性机械变形。

5.6.2 液压系统管路和压缩空气管路在承受 1.5 倍设计压力情况下,应不出现永久性机械变形情况。

5.7 管路密性

- 5.7.1 液压系统管路在 1.25 倍设计压力情况下,应不出现渗漏情况。
- 5.7.2 压缩空气管路在设计压力情况下,应不出现泄漏情况。

5.8 补偿性能

钻柱补偿装置的补偿性能参数见表 1。

表 1 系列产品参数

型号	最大补偿载荷 kN	最大静载荷 kN	最大补偿行程 m	最大补偿速度 m/s
ZB1750-8.0	1 750	3 500	8.0	1.31
ZB2750-8.0	2 750	5 500		
ZB3500-8.0	3 500	7 000		
ZB4500-8.0	4 500	9 000		

5.9 环境适应性

- 5.9.1 在大气温度-20℃~45℃和相对空气湿度不大于 90%的条件下,钻柱补偿装置电气系统应不出现绝缘失效、电气性能改变和物理性破坏等情况。
- 5.9.2 在盐雾含量不高于 23.6 g/m³ 的环境下,钻柱补偿装置电气系统应不出现电性能改变、结构强度降低等情况。



6 试验方法

6.1 质量与尺寸公差

- 6.1.1 采用称重法测量钻柱补偿装置的质量。
- 6.1.2 钻柱补偿装置零部件形位公差应依据设计图样按 GB/T 1958 规定的方法采用相应等级的量具进行检验。
- 6.1.3 钻柱补偿装置零部件的形位公差可按表 2 推荐选用量具,可选用测量精度高于表内所列量具的其他量具或检测设备。

表 2 钻柱补偿装置主要零部件形位公差检测推荐量具

序号	检测项目	检测量具
1	直线度、平面度、圆度、圆柱度、同轴度、对称度、圆跳动、全跳动、平行度	百分表/千分表、V 型块或测量支座、三坐标测量仪、形位误差测量仪等
2	垂直度、倾斜度	直角尺、万能角度尺、三坐标测量仪、形位误差测量仪等

6.2 外观质量

- 6.2.1 目视检查钻柱补偿装置零部件是否有毛刺、碰伤、划痕、锈蚀痕迹等缺陷,涂层和镀层表面是否

GB/T 39212—2020

有针孔、麻点、起皮、起泡及脱皮现象。

6.2.2 采用涂漆方式表面处理的零部件应依据设计图样按 GB/T 30790.5 规定的方法采用涂镀层测厚仪进行检验。涂层附着力试验应按照 GB/T 1720 进行。

6.2.3 采用电镀方式表面处理的零部件应依据设计图样按 GB/T 6463 规定的方法采用涂镀层测厚仪进行检验。

6.3 焊接质量

结构件的焊接按中国船级社《材料与焊接规范(2018)》第 3 篇中第 6 章的要求对焊缝进行检验。

6.4 强度

6.4.1 使用 1.25 倍最大静载荷作为试验负荷,试验时应缓慢加载并保持负荷 5 min 后,检查钻柱补偿装置是否有结构损坏、永久性机械变形或者其他缺陷。

6.4.2 液压系统管路和压缩空气管路的压力试验按 CB/T 3616 中规定的方法测试。

6.5 管路密性

6.5.1 液压系统管路试验按 CB/T 3616 中规定的方法测试。

6.5.2 压缩空气管路密性试验按 CB/T 3616 中规定的方法测试。

6.6 补偿性能

6.6.1 连接执行单元、动力单元、控制单元等三部分,模拟浮式钻井船的实际工况,测试钻柱补偿装置的最大补偿载荷、最大静载荷、最大补偿行程、最大补偿速度。

6.6.2 钻柱补偿装置装船后进行联合调试。

6.7 环境适应性

6.7.1 电气系统的高温试验按 CB 1146.3 中规定的方法测试。

6.7.2 电气系统的低温试验按 CB 1146.2 中规定的方法测试。

6.7.3 电气系统的湿热试验按 CB 1146.4 中规定的方法测试。

6.7.4 电气系统的盐雾试验按 CB 1146.12 中规定的方法测试。

7 检验规则

7.1 检验分类

钻柱补偿装置检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 检验时机

有下列情况之一时,钻柱补偿装置应进行型式检验:

- a) 在下列情况之一时,应进行钻柱补偿装置型式检验:
- b) 新产品首次投产或定型;
- c) 产品结构、材料、工艺有重大改变,足以影响产品性能或质量;
- d) 停产 2 年后恢复生产;
- e) 产品转厂生产;

- f) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- g) 国家市场监督管理总局或主管检验机构提出要求。

7.2.2 检验样品数量

钻柱补偿装置型式检验的样品数量为一套(抽样)。

7.2.3 检验项目

钻柱补偿装置型式检验的项目按表 3 的规定进行。

表 3 钻柱补偿装置的型式检验项目

序号	检验项目	要求章条号	试验方法章条号
1	质量与尺寸公差	5.3	6.1
2	外观质量	5.4	6.2
3	焊接质量	5.5	6.3
4	强度	5.6	6.4
5	管路密性	5.7	6.5
6	补偿性能	5.8	6.6
7	环境适应性	5.9	6.7

7.2.4 判定规则

全部检验项目符合要求,判定型式检验合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 检验数量

每套钻柱补偿装置均应进行出厂检验。

7.3.2 检验项目



钻柱补偿装置出厂检验的项目按表 4 的规定进行。

表 4 钻柱补偿装置的出厂检验项目

序号	检验项目	要求章条号	试验方法章条号
1	重量与尺寸公差	5.3	6.1
2	外观质量	5.4	6.2
3	焊接质量	5.5	6.3
4	强度	5.6	6.4
5	管路密性	5.7	6.5

7.3.3 判定规则

全部检验项目符合要求的钻柱补偿装置,判定为该钻柱补偿装置出厂检验合格。

GB/T 39212—2020

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 钻柱补偿装置主要零部件应有唯一的标识号,如有可能,应以永久的、明显的形式在零部件上标记出来。

8.1.2 每套产品均应在平坦且醒目处固定产品标牌,标牌应标示下述内容,且符合 GB/T 13306 的要求。

- a) 产品型号;
- b) 产品名称;
- c) 最大补偿载荷,单位为千牛(kN);
- d) 出厂编号;
- e) 产品质量,单位为千克(kg);
- f) 制造日期;
- g) 制造厂名称。

8.1.3 电缆应进行清晰的标识,该标识应与设计图样一致。

8.2 包装

8.2.1 钻柱补偿装置的包装应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 中的有关规定。

8.2.2 包装箱内应有出厂检验合格证、装箱清单等文件。

8.2.3 包装方式应与运输方式相适应,包装箱上应标识吊装点。

8.3 运输

钻柱补偿装置包装箱不应受雨水侵袭,并采取必要的防护措施,以防运输、安装过程中变形及损坏。

8.4 贮存

钻柱补偿装置应存放在干燥、阴凉、通风的环境中,避免与酸、碱、盐类物质接触。