

团 体 标 准

T/FSS XXX-2022

海洋平台电驱动齿轮齿条升降装置

Electric Driven Rack Pinion Jacking System For Offshore Platform

2022-**-**发布

2022-**-**实施

佛山市佛山标准和卓越绩效管理促进会 发布

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。

本文件由佛山市佛山标准和卓越绩效管理促进会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

引 言

佛山标准是佛山市为推动制造业高质量发展，打造的系列先进标准。

佛山标准倡导“标准决定质量，只有高标准才有高质量”的理念，坚持“国内领先、国际先进”定位，聚焦佛山制造业重点产业优势产品，对标国内国际先进标准，围绕消费升级方向，提升标准和质量水平，增加优质产品供给。实现以先进标准供给更优质量，创造更高价值，建设知名品牌，建立更好信誉，促进“优标优质优价”，以高标准打造中国制造品质高地，满足人民日益增长的美好生活需要。

海洋平台电驱动齿轮齿条升降装置

1 范围

本文件规定了海洋平台电驱动齿轮齿条升降装置（以下简称升降装置）的分类、结构与标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于升降装置的设计、制造、试验和验收，其他用于海洋工程船舶的齿轮齿条升降装置可参照执行。

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 1184-1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1356 通用机械和重型机械用圆柱齿轮 标准基本齿条齿廓

GB/T 1800.1 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第1部分：公差、偏差和配合的基础

GB/T 1801 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 公差带和配合的选择

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 3480.5 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第5部分：材料的强度和质量

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 10095.1 圆柱齿轮 精度制 第1部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值

GB/T 10095.2 圆柱齿轮 精度制 第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值

GB/T 11345-2013 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB/T 13306 标牌

GB/Z 24637.2 产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第2部分：基本原则、规范、操作集和不确定度

GB/T 25295 电气设备安全设计导则

GB/T 26952-2011 焊缝无损检测 焊缝磁粉检测 验收等级

GB/T 26953-2011 焊缝无损检测 焊缝渗透检测 验收等级

GB/T 37456-2019 海洋平台电驱动齿轮齿条升降装置

GB/T 30790.5-2014 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 50661-2011 钢结构焊接规范

CB/T 4397 海洋石油平台电气设备防护、防爆等级要求

JB/T 7665 通用机械噪声声功率级现场测定 声强法

3 术语和定义

GB/T 37456-2019界定的术语和定义适用于本文件。

4 分级

4.1 分类

升降装置按结构形式分为两类：

A类：一台电动机驱动一台升降单元；

B类：一台电动机驱动两台或多台升降单元。

4.2 结构

4.2.1 组成

升降装置主要由升降单元、动力单元及电气控制单元组成。

4.2.2 升降单元

升降单元主要由减速器与升降齿轮（与桩腿齿条啮合的齿轮）组成。

4.2.3 动力单元

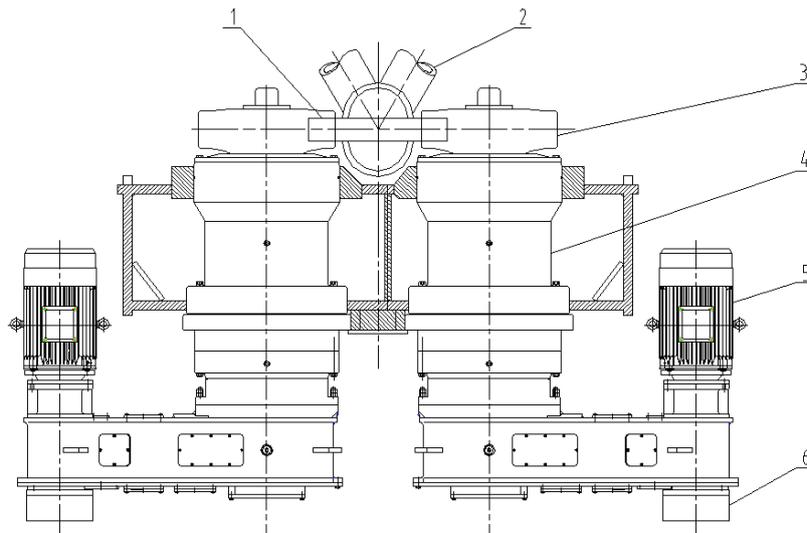
动力单元主要由电动机与电磁制动器组成。

4.2.4 电气控制单元

电气控制单元主要由中央控制台、控制箱和桩边操作箱组成。

4.2.5 典型结构示意图

升降装置的典型结构（电气控制单元除外）如图1和图2所示。



说明：

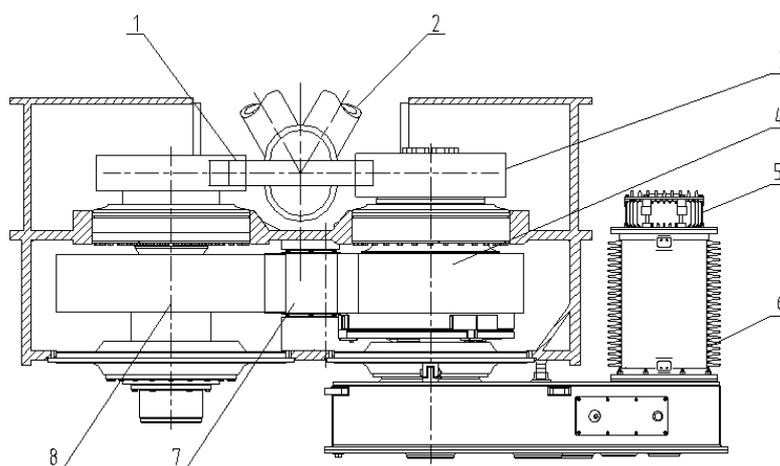
1---齿条；

2---桩腿；

3---升降齿轮；

- 4——减速器；
5——电动机；
6——电磁制动器。

图1 A类升降装置典型结构示意图



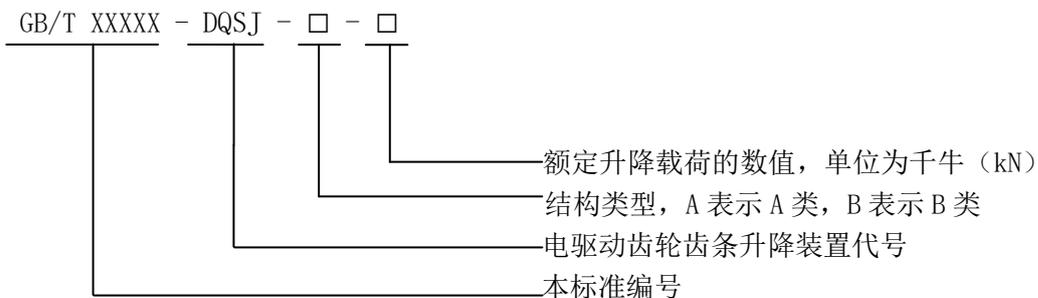
说明

- 1——齿条；
2——桩腿；
3——升降齿轮；
4——减速器；
5——电磁制动器；
6——电动机；
7——过桥齿轮；
8——同步齿轮。

图2 B类升降装置典型结构示意图

4.3 产品标记

升降装置的型号表示方法如下：



示例：GB/T XXXXX-DQS-A-2000 表示额定升降载荷为 2000kN，一台电动机驱动一台升降单元的电驱动齿轮齿条式升降装置。

5 要求

5.1 设计

5.1.1 升降装置的设计应满足升降装置平台的预定用途，可参照 GB/T 37456-2019 附录 A 或根据平台要求确定升降装置的具体技术条件。升降装置的设计应保证平台在下列工况可能的最大载荷下能正常工作：

- a) 平台的正常升降；
- b) 平台的固定支撑保持；
- c) 平台预压载下平台的升降；
- d) 平台预压载下平台的固定支撑保持；
- e) 桩腿的正常升降；
- f) 桩腿的固定保持；
- g) 平台的极限风暴固定支撑保持（站立状态和漂浮状态）。

5.1.2 升降装置的设计应确保具有一定的冗余度，使其任一构件/部件的单一失效不会损害平台安全。

5.1.3 升降单元的齿轮（包括减速器齿轮和升降齿轮）设计应满足齿面接触强度最小安全系数不小于 1，齿根弯曲强度最小安全系数不小于 1.5，确保齿轮有足够的承载能力。

5.1.4 升降齿轮的设计应满足下列要求：

- a) 齿轮材料的硬度一般不小于齿条材料的硬度；
- b) 齿轮齿根极限强度（破坏负荷）不小于齿条的极限强度的 1.1 倍。

5.1.5 电气控制单元应设有必要的监控、报警和控制装置，包括平台体倾斜指示、电压、电流、升降齿轮运转情况指示，超载荷及故障报警等。

5.1.6 升降装置应设有可靠的安全装置，具备自锁功能，使得升降装置失去动力时仍可保持桩腿与平台的锁紧状态。

5.1.7 升降装置在下述环境条件下应能正常工作：

- a) 最高室外温度+45℃，相对湿度 70%；最低室外温度-10℃，相对湿度 50%；
- b) 平台升降过程及作业过程所产生的振动和冲击；
- c) 盐雾含量在 $0.33 \text{ mg/m}^3 \sim 23.6 \text{ mg/m}^3$ 范围的海洋作业环境。

5.2 材料

升降装置主要零部件材料按 GB/T 37456-2019 表 1 的规定选取，可采用性能不低于表 1 规定的其他材料。材料应按 6.1 检验合格后方可投产。

5.3 尺寸及公差

5.3.1 升降装置的齿轮尺寸及公差应符合 GB/T 1356、GB/T 10095.1、GB/T 10095.2 的规定。

5.3.2 除齿轮以外的其他零部件的尺寸及公差可按 GB/T 1800.1、GB/T 1801 的规定，采用适合的尺寸及公差带组合配合。

5.3.3 升降装置零部件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。

5.3.4 升降装置零部件未注形位公差应符合 GB/T 1184-1996 中 k 级的规定。

5.4 外观

5.4.1 升降装置所有零部件应无毛刺、碰伤、划痕、锈蚀痕迹等缺陷。

5.4.2 升降装置主要零部件的表面粗糙度应符合表1的要求，其余零部件的表面粗糙度一般应不大于 $Ra3.2\mu m$ 。

表1 升降装置主要零部件的粗糙度

单位为微米

零部件名称	重要位置	表面粗糙度
减速器齿轮	内径、齿面	$\leq Ra0.8$
齿轮轴	外径、齿面	$\leq Ra0.8$
升降齿轮	外径、齿面	$\leq Ra1.6$
减速器箱体	内径	$\leq Ra1.6$
支撑架	内径	$\leq Ra1.6$

5.4.3 有防腐蚀要求的裸露零部件，宜采用防腐蚀材料，若不宜采用防腐蚀材料，应经防锈处理，也可采用镀层和钝化层、漆层等进行防腐。采用漆层防护时可按 GB/T 30790.5-2014 的要求进行涂漆防护。除另有规定外，刷涂或喷涂的道数应不少于4道，干膜厚度应不低于 $150\mu m$ 。

5.4.4 涂层和镀层不应有针孔、麻点、起皮、起泡及脱皮现象。

5.5 焊接

减速器的箱体焊缝质量等级应不低于 GB 50661-2011 规定的二级。

5.6 齿面热处理

齿轮及齿轮轴的齿面热处理质量应符合设计图样的技术要求，不应低于 GB/T 3480.5 的要求。

5.7 升降单元

5.7.1 升降单元在空载、额定升降载荷、预压载载荷及超载荷下能正常运行。

5.7.2 升降单元运行时应无异常噪音和振动，噪声级应不高于 90dB。

5.7.3 升降单元运行时各处轴承温度不应超过其可靠的使用温度范围。

5.7.4 升降单元各密封处应无泄漏。

5.7.5 升降单元的升降速度应大于 0.3 m/min 或达到设计要求。

5.7.6 不同模数升降齿轮在额定升降载荷下运行 50h 后，其齿面平均磨损量应满足表2的要求。

表2 升降齿轮的齿面平均磨损量

单位为毫米

项 目	参数范围		
	$m \leq 50$	$50 < m \leq 80$	$m > 80$
平均磨损量	≤ 1	≤ 2	≤ 3

5.8 动力单元

5.8.1 电动机的转速应与升降速度相匹配。

5.8.2 电磁制动器的制动力矩应不小于额定提升载荷的 1.5 倍或最大静态支撑载荷的 1.1 倍,两者比较取较大值。

5.8.3 电磁制动器应能在 1s 内完全停止升降动作。

5.8.4 电动机的外壳防护等级应不低于 IP56。

5.9 电气控制单元

5.9.1 电气控制单元应能实时监控升降装置的电压、电流、载荷、运行和制动的状态,并能对升降的动作、速度、位置和制动实现精确控制。

5.9.2 电气控制单元有报警与相应保护功能。

5.9.3 电气控制单元的中央控制台、控制箱和桩边操作箱应能分别控制升降装置,中央控制台应具有能转换控制模式的功能。

5.9.4 中央控制台和桩边操作箱的应急切断开关应能正常工作。

5.9.5 中央控制台和控制箱的防护等级应不低于 IP44, 桩边操作箱的防护等级应不低于 IP56, 其他电气控制单元元器件的安全要求应符合 GB/T 25295 规定, 电气设备外壳的防护等级应符合 CB/T 4397 规定。

5.10 寿命

用于海上风电平台, 寿命不低于1500个小时。

6 试验方法

6.1 材料

6.1.1 升降装置所用锻钢件、钢板、铸钢件的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法按 GB/T 37456-2019 表 4 的规定进行。

6.1.2 升降装置其他材料可采用检查材料牌号和核对材质证书的方法进行检验。

6.2 尺寸及公差

6.2.1 升降装置零部件尺寸及公差应依据设计图样按 GB/Z 24637.2 要求采用相应等级的量具进行检验。

6.2.2 升降装置主要零部件的重要尺寸可按 GB/T 37456-2019 表 5 的推荐选用量具, 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。

6.2.3 升降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。

6.2.4 升降装置零部件的形位公差可选用 GB/T 37456-2019 表 6 推荐量具, 也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。

6.3 外观

按GB/T 37456-2019中6.3的规定进行。

6.4 焊接

6.4.1 按 GB 50661-2011 的规定对焊接质量进行检验。

6.4.2 升降装置零部件的焊缝应按设计图样要求的验收规范进行质量检查和验收，但不应少于或低于表3中规定的检验项目和检查要求，所有焊缝应冷却到环境温度后方可进行检测。

表3 升降装置焊缝检查项目和检查要求

检验项目		焊缝质量等级			检查方法
		一级	二级	三级	
焊接质量	裂纹	不允许			目视、探伤检测
	未焊满	不允许	不大于 $0.2t+0.2t$ 且不大于 1mm，每 100mm 长度焊缝内未焊满累计长度不大于 25mm	不大于 $0.2t+0.4t$ 且不大于 2mm，每 100mm 长度焊缝内未焊满累计长度不大于 25mm	目视及测量
	根部收缩		不大于 $0.2t+0.2t$ 且不大于 1mm，长度不限	不大于 $0.2t+0.4t$ 且不大于 2mm，长度不限	
	咬边		不大于 0.05t 且不大于 0.5mm，连续长度不大于 100mm，且焊缝两侧咬边不大于 10% 焊缝全长	不大于 0.1t 且不大于 1mm，长度不限	
电弧擦伤	不允许		允许存在个别电弧擦伤	目视	
尺寸	接头不良	不允许	缺口深度不大于 0.05t 且不大于 0.5mm，每 1000mm 长度焊缝内不超过 1 处	缺口深度不大于 0.1t 且不大于 1mm，每 1000mm 长度焊缝内不超过 1 处	目视及测量、探伤检测
	表面气孔	不允许		每 50mm 长度焊缝内允许存在直径小于 0.4t 且不大于 3mm 的气孔 2 个，孔距应不小于 6 倍孔径	
	表面夹渣	不允许		深度不大于 0.2t，长不大于 0.5 且不大于 20mm	
	角焊缝 焊脚尺寸	焊脚尺寸不小于 $\left(\frac{t}{4}\right)_0$ 且不大于 10mm，允许偏差 0~2.0mm		焊缝焊脚不大于 6mm 时，允许偏差 0~1.5mm； 焊缝焊脚大于 6mm 时，允许偏差 0~ $3.0\left(\frac{t}{4}\right)$ mm	
无损检测	探伤检测比例	100%	抽检比例不小于 20%		UT: 超声波探伤 MT: 磁粉探伤 PT: 渗透探伤
	探伤类型	UT+MT、 UT+PT	UT+MT、 MT		
	验收等级	UT 验收等级不低于 GB/T 11345—2013 B 级或 GB/T 29712—2013 2 级； MT 验收等级不低于 GB/T 26952—2011 2 级； PT 验收等级不低于 GB/T 26953—2011 2 级			
注：表中 t 为板厚，单位为毫米（mm）。					

6.5 齿面热处理

齿轮及齿轮轴的齿面热处理质量检验项目和试验方法按GB/T 37456-2019表8的规定进行。

6.6 升降单元

6.6.1 将升降装置连接到专用试验设备上，升降单元按表4规定分别进行空载、额定升降载荷、预压载荷及超载试验。

表4 升降单元载荷试验

序号	检验项目	试验载荷	试验时间	
			型式检验	出厂检验
1	空载试验	空载	往返运行不少于2次	≥10min
2	额定升降载荷试验	额定升降载荷	≥50h	≥1h
3	预压载载荷试验	预压载载荷	≥1h	≥10min
4	超载试验	不小于1.5倍额定升降载荷或1.1倍最大静态保持载荷，取其大者	升降齿轮正反运行各1次	--

6.6.2 载荷试验后至少解体检查1套升降单元，检测重要零部件的关键尺寸、表面质量及无损检测。

6.6.3 噪声试验：升降单元进行6.6.1试验时，每10min~30min按照JB/T 7665规定的方法测试一次噪声。

6.6.4 温升试验：升降单元进行6.6.1试验时，每10min~30min用温度测量仪检查一次各轴承温度情况。

6.6.5 密封试验：升降单元进行6.6.1试验时，每10min~30min观察一次各处轴封与密封处的密封状况。

6.6.6 升降单元在进行6.6.1额定升降载荷试验时，测试升降速度。

6.6.7 升降单元置在进行6.6.1额定升降载荷试验时，运行50h后测量升降齿轮齿面磨损量。

6.7 动力单元

6.7.1 升降装置进行6.6.1试验时，用数字转速表检测电动机的转速。

6.7.2 电磁制动器静态制动试验：进行6.6.1试验后，升降装置在1.5倍额定提升载荷或1.1倍最大静态支撑载荷下（两者比较取其大值）保持静止制动状态，每次至少持续5min，升降齿轮各齿均进行静态制动试验，试验过程中检查电磁制动器是否有滑动现象。

6.7.3 电磁制动器动态制动试验：进行6.6.1试验后，升降装置在1.1倍设计预压载载荷下运行，制动器执行5次动态制动动作，检测每次制动过程完成时间，应不大于2s；

6.7.4 电动机按GB/T 4208的规定做相应等级的防护试验。

6.8 电气控制单元

6.8.1 在实验室内对电气控制单元进行信号模拟试验，检测是否能实时监控升降装置的电压、电流、载荷、运行和制动的状态，并能对运行动作、速度、位置和制动实现精确控制。

6.8.2 在实验室内对电气控制单元进行报警与保护功能测试。

6.8.3 测试中央控制台和桩边操作箱的应急切断开关是否有效，此开关是否有红色标志并附有铭牌。

6.8.4 分别对中央控制台、控制箱和桩边操作箱进行应急操作功能及控制模式转换的测试。

6.8.5 中央控制台、控制箱和桩边操作箱按 GB/T 4208 的规定做相应等级的防护试验。

6.9 全寿命检测

将齿轮箱放入试验机的试验台之上，以额定载荷持续运行，按照设计的寿命时间进行试验，当试验完成后进行拆检，再进行尺寸及探伤无损检测。

7 检验规则

7.1 检验分类

升降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

在下列情况之一时，应进行升降装置型式检验：

- a) 新产品首次投产或定型；
- b) 产品结构、材料、工艺有重大改变，足以影响产品性能或质量；
- c) 停产 2a 后恢复生产；
- d) 产品转厂生产；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- f) 主管检验机构提出要求。

7.2.2 试验样品数量

升降装置型式检验的样品数量为一套。

7.2.3 检验项目

升降装置型式检验的项目及顺序按表5的规定进行。

表5 升降装置的检验项目及顺序

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求章条号	试验方法章条号
1	材料	●	●	5.2	6.1
2	尺寸与公差	●	○	5.3	6.2
2	外观	●	○	5.4	6.3
3	焊接	●	●	5.5	6.4
4	齿面热处理	●	●	5.6	6.5
5	升降单元	●	●	5.7	6.6
6	动力单元	●	●	5.8	6.7
7	电气控制单元	●	●	5.9	6.8

注：表中“●”为必检项目；“○”为协商检验。

7.2.4 判定规则

升降装置样品全部检验项目符合要求,判定升降装置型式检验合格。若有任一检验项目不符合要求,允许采取纠正措施后进行复验,复验只允许一次;若复验符合要求,仍判定升降装置型式检验合格;若仍有不符合要求的项目,则判定升降装置型式检验不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 检验数量

每套升降装置均应进行出厂检验。

7.3.2 检验项目

升降装置出厂检验的项目按表10的规定进行。

7.3.3 判定规则

全部检验项目符合要求的升降装置,判定为该升降装置出厂检验合格。若有任一检验项目不符合要求,允许返修后复验,若复验符合要求,仍判定该升降装置出厂检验合格;若复验仍有不符合要求的项目,则判定该升降装置出厂检验不合格。

8 标记、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 升降装置重要零部件应有唯一的标识号,如有可能,应以永久的和明显的形式标记在零部件上。

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) 额定升降载荷,单位为 kN;
- d) 出厂编号;
- e) 产品重量,单位为 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 升降装置的包装应符合 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

升降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

升降装置应存放在干燥、阴凉、通风的环境中，避免与酸、碱、盐类物质接触。

8.5 随机文件

随机文件应包含且不限于以下内容：

- a) 操作手册；
- b) 产品图册；
- c) 产品合格证；
- d) 产品检验证书；
- e) 质量证明文件。

9 质量承诺

9.1 用户在遵守产品使用说明规定的操作条件下，从购买产品之日起，**保修期为1年。**

9.2 如因操作不当或外部不可抗拒的因素所造成的非质量问题导致产品故障或超过保修期的，企业应提供维修服务。

9.3 对客户反馈在 24h 内做出响应。
