

ICS 23.100  
J 70

**JB**

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 14045—2020

---

# 大型曲面构件超高压水切割装备

**Large curved surface components ultra-high pressure water cutting  
equipment**

2020-12-09 发布

2021-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 型式与基本参数 .....	1
3.1 型式 .....	1
3.2 基本参数 .....	2
4 技术要求 .....	3
4.1 一般要求 .....	3
4.2 性能要求 .....	4
4.3 主要零部件要求 .....	5
4.4 装配要求 .....	7
4.5 可靠性要求 .....	7
4.6 安全要求 .....	7
4.7 外观要求 .....	8
5 试验方法 .....	8
5.1 试验条件 .....	8
5.2 性能试验 .....	8
5.3 安全性检验 .....	9
5.4 噪声检测 .....	9
5.5 外观检验 .....	9
5.6 试运转试验 .....	9
5.7 累积运转试验 .....	9
6 检验规则 .....	10
6.1 检验项目 .....	10
6.2 出厂检验 .....	10
6.3 型式检验 .....	10
7 标志、包装、贮存和运输 .....	10
7.1 标志 .....	10
7.2 包装 .....	11
7.3 贮存和运输 .....	11
附录 A（规范性附录） 切割平台检验要求 .....	12
参考文献 .....	20
图 1 结构型式 .....	2
表 1 主机的基本参数 .....	2
表 2 承压件材料的力学性能 .....	5
表 3 易损件在负荷下累积运转时间 .....	7

表 4 超高压蓄能器和高压缸在负荷下累积运转时间 .....	7
表 5 测量用仪器、仪表误差 .....	8
表 6 检验项目 .....	10
表 A.1 切割平台的检验要求 .....	12

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国喷射设备标准化技术委员会（SAC/TC 493）归口。

本标准起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、南京大地水刀股份有限公司、沈阳奥拓福科技有限公司、广州华臻机械设备有限公司、合肥通用环境控制技术有限责任公司。

本标准主要起草人：陈正文、薛胜雄、陈波、武子全、李岳峰、任启乐、王永强。

本标准为首次发布。

# 大型曲面构件超高压水切割装备

## 1 范围

本标准规定了大型曲面构件超高压水切割装备的型式与基本参数、技术要求、试验方法、检验规划、标志、包装、贮存和运输。

本标准适用于额定输出压力为 350 MPa~500 MPa 的大型曲面构件超高压水切割装备（以下简称水切割装备），其主机为超高压增压器或超高压泵。

## 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 3 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸

GB/T 197 普通螺纹 公差

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 1220 不锈钢棒

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 13306 标牌

GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB/T 16857.2 产品几何技术规范（GPS） 坐标测量机的验收检测和复检检测 第 2 部分：用于测量线性尺寸的坐标测量机

GB/T 26136 超高压水切割机

## 3 型式与基本参数

### 3.1 型式

水切割装备由超高压发生设备（主机）、切割平台（包括五轴联动机床与点阵柔性托架）、磨料供给与废液回收系统、控制系统构成，如图 1 所示。水切割装备的主机有增压器（液压驱动）和超高压柱塞泵两种型式，原动机为电动机。

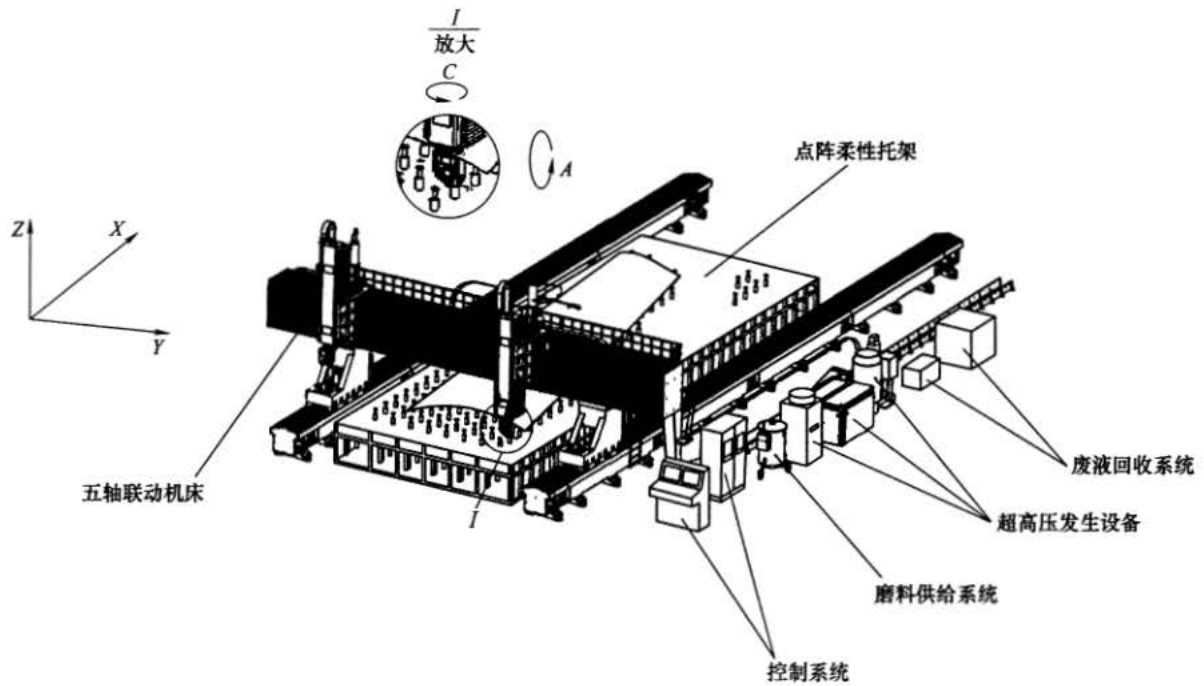


图1 结构型式

### 3.2 基本参数

#### 3.2.1 一般要求

水切割装备主机的基本参数宜按表1的规定。

表1 主机的基本参数

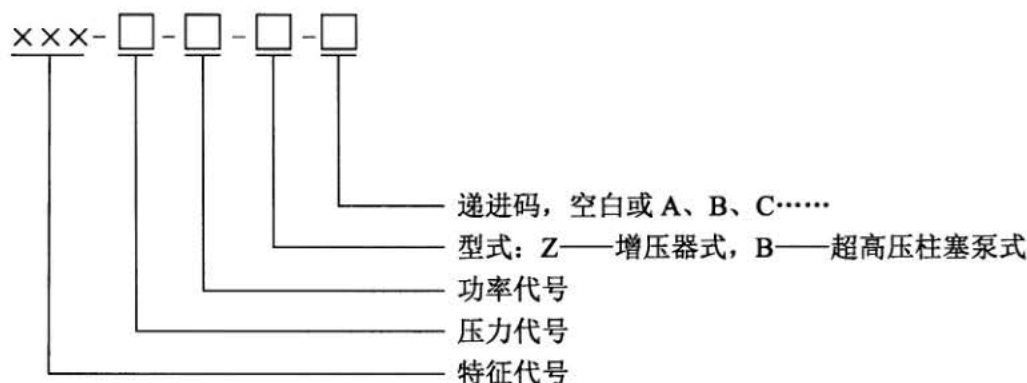
额定压力 MPa	额定流量 L/min	额定功率 kW	额定压力 MPa	额定流量 L/min	额定功率 kW
350	1.5	15	450	1.5	18.5
	2	18.5		2	22
	3	30		3	37
	4	37		4	45
	5	45		5	55
	6	55		6	75
	8	75		7	90
400	1.5	15	500	1.5	22
	2	22		2	30
	3	30		3	37
	3.5	37		3.5	45
	4.5	45		4.5	55
	5.5	55		5.5	75
	7	75		6	90

### 3.2.2 型号

#### 3.2.2.1 主机型号

主机按压力、功率和型式分类。特征代号用三位英文字母表示；压力代号为两位数字，用额定压力 [单位为兆帕 (MPa)] 除以 10 表示；功率代号用两位数字 (额定功率为含小数的数值时取整数部分) 表示，单位为千瓦 (kW)；型式用一位英文字母表示，增压器式为 Z，超高压柱塞泵式为 B；递进码用一位英文字母 (A、B、C……) 表示，用于区分经过重大改进的同类产品。

主机型号表示方法如下：



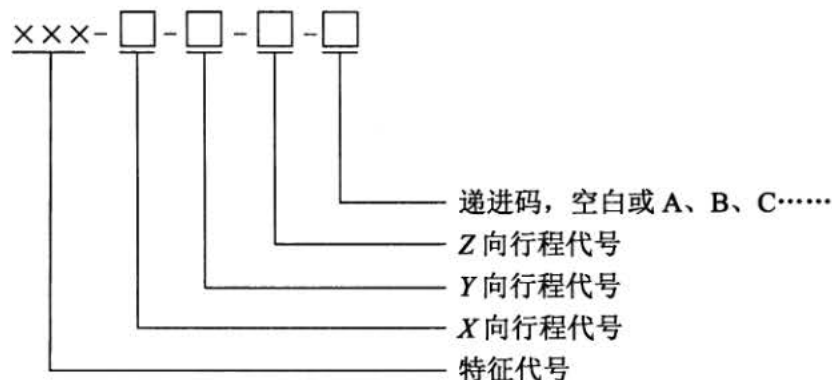
示例：

XXX-30-22-Z-A 表示额定压力为 300 MPa、额定功率为 22 kW、型式为增压器式的 A 型主机。

#### 3.2.2.2 切割平台型号

切割平台按 X 向、Y 向与 Z 向行程分类。特征代号用三位英文字母表示；X 向行程代号、Y 向行程代号和 Z 向行程代号分别用实际行程 [单位为毫米 (mm)] 除以 100 表示；递进码用一位英文字母 (A、B、C……) 表示，用于区分经过重大改进的同类产品。

切割平台型号表示方法如下：



示例：

XXX-150-50-8-B 表示 X 向行程为 15 000 mm、Y 向行程为 5 000 mm、Z 向行程为 800 mm 的 B 型切割平台。

## 4 技术要求

### 4.1 一般要求

4.1.1 水切割装备应按经规定程序批准的图样及文件制造。

4.1.2 水切割装备的使用环境温度为 24℃~28℃。

- 4.1.3 水切割装备在额定工况且切割头带 C 型杯的条件下,主机功率不大于 45 kW 时的噪声应 $\leq 90$  dB (A);主机功率不大于 75 kW 时的噪声应 $\leq 95$  dB (A)。
- 4.1.4 主机为增压器时应配置超高压蓄能器。
- 4.1.5 电气系统的设计和制造应符合 GB/T 5226.1 的规定,主机电气系统的设计可以实现单独控制,也可在总控制台上对其控制。
- 4.1.6 主机应能无级调节工作压力,并配有压力检测显示装置。
- 4.1.7 主机为超高压柱塞泵时进水压力应 $\geq 0.3$  MPa,主机进水应连续,无异常振动和断流现象。
- 4.1.8 主机进水应配有精密过滤装置,过滤精度不大于 5  $\mu\text{m}$ 。
- 4.1.9 进水水质应符合 GB 5749 的要求,水质硬度大于 450 mg/L 时,应按制造商规定的方法进行软化处理。
- 4.1.10 五轴联动机床需具备工件在位测量功能。
- 4.1.11 切割头应安装牢固,切割过程中不应产生晃动及偏移。
- 4.1.12 切割装备应配备砂水回收系统,且寿命不应低于 200 h。
- 4.1.13 高压水开关阀应开关灵敏、无泄漏。
- 4.1.14 磨料供给系统应加装防回水装置,作业过程中不允许发生回水现象。磨料控制阀应开关灵敏、工作可靠。磨料供给应均匀、连续,无堵砂、断砂现象,磨料供给量可调节。
- 4.1.15 磨料一般采用石英砂、石榴石等,粒度为 60 目~120 目。

## 4.2 性能要求

### 4.2.1 基本性能

- 4.2.1.1 水切割装备的工作压力与流量不应低于额定压力与流量的 90%。
- 4.2.1.2 主机应能在额定压力和额定流量工况下平稳运行,各静密封面处无泄漏,无异常声响与振动。
- 4.2.1.3 水切割装备对工件的切割尺寸精度要求误差应 $\leq 0.1$  mm/m,全程范围的误差应 $\leq 0.5$  mm。
- 4.2.1.4 主机在额定压力和额定流量工况下运行时,输出超高压水的压力波动应 $\leq 5\%$ 。
- 4.2.1.5 喷嘴出流为集束射流,喷嘴出口至 C 型杯入口之间的射流应为直线段或保持直线段不小于 50 mm。

### 4.2.2 切割平台

- 4.2.2.1 切割平台包括五轴联动机床与点阵柔性托架。
- 4.2.2.2 五轴联动机床应运行平稳,无抖动和爬行现象。
- 4.2.2.3 五轴联动机床运行速度应可调,最高运行速度 X、Y 向应不小于 20 m/min, Z 向不小于 10 m/min。
- 4.2.2.4 五轴联动机床 C 轴旋转角度应能超出 $\pm 360^\circ$ , A 轴偏摆角应能超出 $\pm 90^\circ$ 。
- 4.2.2.5 五轴联动机床几何精度应符合表 A.1 中 G1~G8 的规定。
- 4.2.2.6 五轴联动机床定位精度应符合表 A.1 中 G9 的规定。
- 4.2.2.7 五轴联动机床重复定位精度应符合表 A.1 中 G10 的规定。
- 4.2.2.8 五轴联动机床 X 轴与 Y 轴的运动精度应符合表 A.1 中 G11 的规定。
- 4.2.2.9 五轴联动机床在位测量性能,应符合 GB/T 16857.2 的规定。
- 4.2.2.10 点阵柔性托架平台平面度误差应不超过 0.1 mm。
- 4.2.2.11 点阵柔性托架上支撑单元安装后,其升降轴与点阵柔性托架平台垂直度应控制在 8 级几何公差精度范围内;各支撑单元原始位置高度差应不大于 0.1 mm。
- 4.2.2.12 支撑单元应具有升降、旋转和摆动三维动作功能,以实现曲面构件支承定位。其旋转角度应不小于 $360^\circ$ ,摆动角度不小于 $45^\circ$ 。
- 4.2.2.13 支撑单元升降应采用伺服电动机驱动,运动与定位精度不超出 $\pm 0.01$  mm;旋转与摆动可手动并锁定,定位精度不超出 $\pm 15'$ 。

4.2.2.14 点阵柔性托架的支撑单元应有足够的密度，曲面构件拐点须设有支撑单元。单个支撑单元的垂直承重载荷至少不应低于 25 kg；点阵柔性托架平台应有足够的刚度，其承重载荷至少不应低于 400 kg/m<sup>2</sup>。

4.2.2.15 点阵柔性托架平台应铺设防护盖板，盖板应有足够的强度且表面防滑，可供操作工人在台面上安全行走。

4.2.2.16 支撑单元支撑头应配有真空吸盘，用以吸附固定曲面构件。

4.2.2.17 支撑单元升降行程与五轴联动机床 Z 向行程应匹配，一般不应小于五轴联动机床 Z 向行程的 80%。

### 4.2.3 五轴联动切割头

4.2.3.1 旋转轴与偏摆轴应运转平稳、灵活、可靠，无明显爬行、振动现象。

4.2.3.2 旋转接头应转动灵活，无泄漏。

4.2.3.3 切割头圆跳动应符合表 A.1 中 G12 的规定。

4.2.3.4 C 轴与 XY 平面的垂直度应符合表 A.1 中 G13 的规定。

4.2.3.5 A 轴与 C 轴的夹角偏差应符合表 A.1 中 G14 的规定。

4.2.3.6 C 轴的定位精度应符合表 A.1 中 G15 的规定。

4.2.3.7 C 轴的重复定位精度应符合表 A.1 中 G16 的规定。

4.2.3.8 A 轴的定位精度应符合表 A.1 中 G17 的规定。

4.2.3.9 A 轴的重复定位精度应符合表 A.1 中 G18 的规定。

### 4.2.4 液压系统

4.2.4.1 液压系统在额定压力下工作时，所有焊缝和接合面应无渗漏。

4.2.4.2 液压系统在环境温度为 0℃~40℃时可正常工作，额定工况下运行 1 h，液压系统温升应不超过 43 K，最高油温应不超过 65℃。

## 4.3 主要零部件要求

### 4.3.1 主机承压件的材料

4.3.1.1 主机承压件的材料按图样的规定选择。

4.3.1.2 所有承压件材料的力学性能应满足表 2 的规定。主机的使用温度低于 20℃（耐压试验温度）时，以较低的温度进行冲击试验，夏比冲击吸收能量应同时满足表 2 中平均值和最小值的规定。

4.3.1.3 承压件材料应有化学成分和力学性能证明书，材料的化学成分和力学性能应符合 GB/T 699、GB/T 700、GB/T 1220 和 GB/T 3077 的规定。

表2 承压件材料的力学性能

类别	等级	拉伸试验						冲击试验		
		极限强度	屈服极限	断后伸长率		断面收缩率		试验温度 ℃	夏比冲击吸收能量 J	
				%					平均值	最小值
		MPa		轴向	切向	轴向	切向			
锻件	A	700~850	>600	>17	>14	>45	>40	20	>20.6	>14.7
	B	850~1 000	>750	>16	>13	>35	>30			
	C	1 000~1 200	>900	>14	>12	>25	>22			
管子	a	800~900	>700	>17	>14	>50	>40	20	>20.6	>14.7
	b	900~1 000	>800	>16	>13	>50	>40			
	c	1 000~1 100	>900	>16	>12	>45	>35			

### 4.3.2 主机承压件的制造技术

- 4.3.2.1 密封面不应有划伤、凹陷等缺陷。
- 4.3.2.2 在承压零件上若有开孔和螺孔，应考虑应力集中的影响。
- 4.3.2.3 高压缸等承压件应进行无损检测，不应有微裂纹等缺陷。
- 4.3.2.4 主机所有承压零部件应进行耐压试验。
- 4.3.2.5 主机耐压试验应在设计温度下进行，试验介质为工作介质。
- 4.3.2.6 耐压试验压力按公式（1）计算。

$$p_p=(1.1\sim 1.25)p\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中：

$p$ ——主机额定压力。

当试验压力达到规定值时，稳压保压时间不低于 30 min，主机在保压期间不应渗漏。

### 4.3.3 切割平台

- 4.3.3.1 五轴联动机床的驱动电动机为交流伺服式，其中  $X$  向、 $Y$  向为双驱动型式。
- 4.3.3.2 五轴联动机床应设置参考点（机械原点）、硬超程限位（机械限位）和软超程限位（电控限位）。
- 4.3.3.3 五轴联动机床应配备手轮。
- 4.3.3.4 点阵柔性托架支撑单元升降宜采用伺服电动机驱动，当用户特别要求时，可采用其他驱动形式。
- 4.3.3.5 点阵柔性托架平台框架宜采用焊接结构，焊接工艺可采用二氧化碳保护焊，并通过振动时效处理，消除其内部残余内应力。
- 4.3.3.6 点阵柔性托架平台应采用防锈蚀材料制造，否则应进行表面防腐防锈处理。安装支撑单元的配合面（上表面）可涂抹防锈油，以保证不影响安装精度，其余表面可采用热喷涂防护。
- 4.3.3.7 运动机构应具有适当的防止灰尘和砂粒损害的防护装置。

### 4.3.4 切割执行机构

- 4.3.4.1 超高压钢管采用无缝钢管，弯曲时采用冷弯工艺，钢管应符合 GB/T 14976 的规定。
- 4.3.4.2 超高压钢管管段螺纹应符合 GB/T 3、GB/T 196、GB/T 197 的规定。
- 4.3.4.3 超高压软管应进行不低于 1.5 倍工作压力的耐压试验，爆破压力应不低于工作压力的 2.5 倍。
- 4.3.4.4 布置超高压硬管时，若需折弯，应采用冷弯工艺；超高压软管布置时弯曲半径不应小于该型软管允许的最小弯曲半径。

### 4.3.5 切割废液回收系统

- 4.3.5.1 五轴联动切割头应配置用于切割废液回收的 C 型杯，在回收切割废液的同时，可适度降低射流噪声。
- 4.3.5.2 废液回收系统配置的真空抽吸设备应与回收管路长度及切割射流流量相匹配，确保切割废液全部回收，额定工况下，不应有废液从 C 型杯筒口溢出或溅出。
- 4.3.5.3 喷嘴应与 C 型杯入口对中，间距宜小于 50 mm。射流在额定工况下不切割工件时，不应出现雾化或反溅现象。

### 4.3.6 五轴联动切割头

- 4.3.6.1 旋转轴、偏摆轴等容易污损的部位应设防护罩。
- 4.3.6.2 旋转轴、偏摆轴应设置参考点（机械原点）。
- 4.3.6.3 旋转轴、偏摆轴在断电时应保持原位置不变。

#### 4.4 装配要求

- 4.4.1 检验合格后的零件方可装配，外购部件应有合格证才可装配。
- 4.4.2 装配前，各零件应清除毛刺并清洗干净。
- 4.4.3 装配时，所有的高压密封面应涂抹润滑脂，所有承受高压的螺纹应涂抹防咬死润滑脂。
- 4.4.4 螺纹连接件应使用指示式扭力扳手按规定的力矩紧固。
- 4.4.5 使用时可能拆装的接头应采用明显的文字或图形标识，以防接错。
- 4.4.6 水切割装备装配完成后，盘车检查，应无卡阻现象。

#### 4.5 可靠性要求

- 4.5.1 易损件在负荷下累积运转时间应不低于表 3 的规定。

表3 易损件在负荷下累积运转时间

项目	累积运转时间 h		项目	累积运转时间 h
	$350 \text{ MPa} \leq p \leq 400 \text{ MPa}$	$400 \text{ MPa} < p \leq 500 \text{ MPa}$		
往复动密封	500	250	水喷嘴	70
			磨料喷嘴	100
泄压阀 (允许修复)	500		进出水阀组 (允许修复)	500

- 4.5.2 超高压蓄能器和高压缸在负荷下累积运转时间应不低于表 4 的规定。

表4 超高压蓄能器和高压缸在负荷下累积运转时间

项目	累积运转时间 h	项目	累积运转时间 h
超高压蓄能器	2 000	高压缸	1 000

#### 4.6 安全要求

- 4.6.1 主机应配有安全卸压装置，如安全阀、安全爆破膜元件、泄压阀等，其开启压力为 1.05 倍~1.25 倍额定压力。
- 4.6.2 主机及工作控制台上应设置紧急停止按钮，确保快速切断总电源。
- 4.6.3 设备电气通路上应设有断路器，出现过电压情况时断路器应能自动断电。
- 4.6.4 主机的安全监控系统至少包括：超压报警、油温超温报警和进水欠压报警。
- 4.6.5 主机应配有卸压装置，当主机或切割头发生故障时，应停机，卸压后再进行维修。
- 4.6.6 切割头上应设置防溅板。
- 4.6.7 对于操作、维护不当时可能发生人身或设备损伤的位置，应设置明显的警告标识。
- 4.6.8 水切割装备应安装闪电牌、接地标志牌、插头标示牌和使用电压提示牌、不可带电插拔提示牌、接地提示牌、夹手危险标识牌等，切割头处应有切断危险标识，工作台醒目地方应有戴手套、护目镜、听力保护提醒标识。
- 4.6.9 超高压软管接头应有钢丝柔性扣以防脱离伤人。
- 4.6.10 人工操作处 1 m 范围内的高压管应采取护管防护。所有超高压管路接头处应有安全泄漏孔。
- 4.6.11 主机与切割平台之间外露的超高压硬管连接处应有管夹固定。
- 4.6.12 电柜内所有外露带电部件的直接接触电防护等级应达到 IP2X，并符合 GB/T 5226.1 的规定。
- 4.6.13 电气耐压（泄漏电流、抗电强度）试验应符合 GB/T 5226.1 的规定。

4.6.14 绝缘电阻应符合 GB/T 5226.1 的规定。

4.6.15 主机中所有电动机防护等级不应低于 IP44。

4.6.16 主机、切割平台、控制柜应可靠接地，接地电路的连续性应符合 GB/T 5226.1 的规定。

#### 4.7 外观要求

4.7.1 外观表面不应有任何损伤、磕碰现象。

4.7.2 各种标牌、标识应清晰、醒目，安装牢固。

4.7.3 易锈蚀表面应涂防锈漆及外观漆，漆层光亮、平整且无色差。

4.7.4 高压管路走管整齐，弯曲半径统一，用管夹妥善固定，各种电气连接、电缆应整齐排列，用管夹固定，不应有折叠、扭弯等现象。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

5.1.1 水切割装备作为一个系统，其试验可独立进行，也可以在用户现场进行。

5.1.2 试验介质为 5℃~40℃的软化水。

5.1.3 测量用仪器、仪表误差应符合表 5 的要求，所有测量用仪器、仪表应在有效期内，并有计量部门的检定合格证。

表5 测量用仪器、仪表误差

参数	型式与抽查检验的相对极限误差 %	出厂检验的相对极限误差 %
往复次数	±0.5	±1.0
压力	±1.0	±2.5
流量	±2.0	±2.0
主机输入功率	±2.0	±2.5
温度	±2.0	±2.0
噪声	±2.0	±2.0
时间	±0.5	±0.5

5.1.4 试验时，在确认设备运转达到稳定工况后，所有仪表读数应同时读取和记录，每个被测参数的测量次数应不少于 3 次，取算术平均值为测量值。

#### 5.2 性能试验

##### 5.2.1 基本参数试验

应符合 GB/T 26136 的规定。

##### 5.2.2 切割精度检测

切割外形尺寸为 $\phi 1\ 000\ \text{mm}$ 的圆形或边长为 $1\ 000\ \text{mm}$ 的方形工件，工件为厚度 $1\ \text{mm}\sim 2.5\ \text{mm}$ 面板材，材质为复合材料或钢材。切割时，工件固定在点阵柔性托架上，与水平面夹角应 $\geq 30^\circ$ ，一次性切割完成后，测量外形尺寸。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/617014022024006052>