

领航 LT-6000 径向浮动动力控打磨工具

使用手册

产品型号：LT-6000-10036 / 6.0D2



郑州领航机器人有限公司

V 1.0

版权

版权所有，未经领航机器人有限公司明确书面许可，不得以任何形式或通过任何方式复制或传播本手册的任何内容，包括影印和录音。

免责声明

本文档中提供的信息包含一个或多个郑州领航机器人有限公司产品的一般使用说明。遵循本文件的安装和使用说明不得被视为替代进行风险评估和测试特定应用程序和设置。郑州领航机器人有限公司不对因误用或误解本文件中所述任何信息而产生的后果负责。

如果任何说明被认为不清楚，用户有责任在使用前联系郑州领航机器人有限公司以澄清说明不清楚的问题。

如果用户对此版本有任何改进、修改或发现错误的建议，请通知郑州领航机器人有限公司。郑州领航机器人保留进行改进或更改的权利，恕不另行通知。

保修

如果打开产品，则进入保修期。用户在正常使用情况下保修一年。保修不包括因不当使用或安装、正常磨损、滥用、事故、疏忽、火灾、水、闪电或其他自然行为、产品外部原因或其他领航机器人有限公司无法控制的因素而导致的故障。

联系我们

郑州领航机器人有限公司

地址：郑州市二七经济技术开发区郑投科技创新园 11 号楼

电话：0371-86256680 官网：<https://www.zzlhjqr.com/>

手机：18503835695 邮箱：zzlhjqr@163.com

目录

1.前言	4
1.1 用途	4
1.2 先决条件	4
1.3 安全事项和指示	4
2. 产品介绍	5
2.1 工装夹具系统	6
2.2 位置安装	6
2.3 使用环境	6
3.浮动打磨工具装置的特点及使用注意事项	7
3.1 浮动打磨工具装置的特点	7
3.2 浮动打磨工具装置的重量	7
4.如何安装配套主轴	8
4.1 安装步骤：	8
4.2 安装注意事项	9
5. 如何安装浮动去毛刺	9
5.1 交付时检查	9
5.2 开箱和搬运	9
5.3 安装	10
6.连接气源	10
6.1 气路连接	10
6.2 气压标准和气路设备	11
7.通过调节供气压力值调节浮动力	12
8.操作	13
8.1 安全预防措施	13
8.2 正常运行	14
8.3 浮动打磨工具工作环境	14
8.4 工具中心点定位和编程	14
8.5 刀具及铣削方式的选择	16
8.6 刀具选择	16
9.故障排除	18
10.维修保养	18
11.标准配件清单	19
12、产品参数、图纸模型	19
13.联系我们	20
高速铣削电主轴(DGZX-10036 / 6.0D2-IFPWS)	21
使用说明书	21
1 基本信息	22
1.1 产品用途	23
1.2 产品特点	23
1.3 责任说明	23

1.4	服务及咨询	23
2	主轴安全说明	24
2.1	注意事项	24
2.2	符号标识	24
3	存储	25
4	安装操作	26
4.1	安装前确认	26
4.2	驱动器选用原则	26
4.3	准备工作	26
4.4	机械安装	26
4.4.1	机械连接	26
4.4.2	抱夹安装方式	27
4.4.3	法兰安装方式	28
4.5	管路标识说明	29
4.6	冷却系统	31
4.6.1	冷却系统连接	31
4.6.2	冷却液要求	31
4.6.3	制冷机设置	31
4.7	气路系统	33
4.7.1	气路系统组成	33
4.7.2	气路系统连接要求	33
4.7.3	压缩空气质量要求	34
4.7.4	气路系统控制要求	34
4.8	油气润滑系统（如有配置）	35
4.8.1	油气润滑系统连接要求	35
4.8.2	润滑油质量要求	36
4.8.3	压缩空气质量要求	37
4.8.4	油气润滑系统控制要求	37
4.9	换刀单元	37
4.9.1	液压换刀系统的连接要求	37
4.9.2	液压油质量要求	38
4.9.3	液压换刀系统控制要求	38
4.10	中心冷却系统	38
4.10.1	中心冷却系统连接要求	38
4.10.2	冷却介质质量要求	39
4.11	电气系统连接	40
4.11.1	电气连接分类	40
4.11.2	动力线连接	40
4.11.3	信号线连接	41
4.11.4	电机温度检测信号	41
4.12	刀柄与夹头	41
4.12.1	刀柄使用要求	41
4.12.2	带中心冷却功能的刀柄安装说明	41
4.12.3	不带中心冷却功能的刀柄安装说明	42

4. 12. 4 刀柄与夹头的安装要求	43
5 运转	44
5.1 运转前点检事项	44
1) 请确保主轴处于可随时紧急停止的状态。	44
2) 实时检测拉刀信号，拉刀信号与运转信号必须互锁，只有拉刀信号正常输出，	44
3) 其它请按以下表格事项进行点检。	44
5.2 运转说明	44
5.3 油气预润滑	45
6 维护和保养事项	46
6.1 冷却系统维护保养	46
6.2 油气润滑系统维护保养	46
6.3 旋转接头单元维护保养	46
6.4 刀具接口维护保养	46
7 故障诊断	48
附录 1 、PTC 定子测温传感器（可选）	49
附录 2 、KTY 定子测温传感器（可选）	50
附录 3 、NTC 定子测温传感器（可选）	51
附录 4 、PT100 轴承测温度传感器（可选）	52
附录 5 、编码器	54
附录 6 、接近开关	57
附录 7 、主轴外形图	58
附录 8 、主轴技术参数表	59
附录 9 、主轴接线图	60
附录 10 、电机特性曲线	61
附录 11 、水气电配套设施	62

1.前言

1.1 用途

本产品 in 浮动机构上安装符合型号的主轴，可 360°方向径向浮动 4°，轴向浮动 10mm，去毛刺过程中可吸收产品的形变量，自适应加工，有效的保护刀具，降低调试难度。机器人系统和各类专用设备安装浮动打磨工具的设备适合去除 C5 以下铝合金、C5 以下黑色金属铸件飞边，一般毛刺，合缝线以及 5mm 以下的水口部等。

☐如果需要的切削量超过电机主轴的输出特性（详见马达扭力输出特性），则不能去除毛刺。

☐如果需要去除的倒角过大即使多次使用浮动打磨工具倒角也不能去除。

1.2 先决条件

执行本手册说明的人员必须具备与主轴使用相关的知识和技能，并了解使用主轴和工业设备的风险。必须先阅读《DGZX-10036 / 6.0D2-1FPWS 高速铣削电主轴说明书》；水冷机使用说明书；

1.3 安全事项和指示

在使用本产品前，请仔细阅读“安全事项和指示”，并正确使用本产品。这些警告和注意事项指导您安全使用本产品，防止对自己和他人造成伤害。根据风险的严重程度将其分类如下。

类别	解释说明
警告 	对“可能导致人身伤害或财产损失的注意事项”进行说明。
注意 	对“可能导致中度伤害及财产损失的注意事项”进行说明。

**警告**

1、气管及气管接头应与包括本产品在内的气动设备连接牢固。否则，可能导致气体软管接头断开，断开的气体软管可能会四处飞窜对人身造成伤害；冷却水管及水管接头应与水冷设备、电主轴冷却水进出口连接牢固。否则，可能导致冷却水管断开，断开的冷却水管溢水对附近的电器设备及电主轴造成损坏；在机器人上安装时则在安装浮动打磨工具前必须关闭机器人电源；

2、将主轴安装在浮动机构之前、主轴未使用时必须关闭主轴电源；

为防止产生热量等问题，请严格按照**必须先阅读必须先阅读《DGZX-10036 / 6. 0D2-IFPWS 高速铣削电主轴说明书》中的接口及压力匹配；**

冷水机选择应根据主轴冷却流量与冷却温度决定，冷水机冷却最大流量应大于主轴要求冷却流量，工作温度应符合主轴要求的冷却温度，制冷能力应大于主轴功率的 20%。冷却液要求使用单独水箱并添加防锈剂，冷却液要求每月更换；**冷却液流量 3-4 升/分钟；机台停止工作，待主轴冷却到室温后，请关闭制冷机，避免温差过大形成冷凝水损坏主轴。**

3、本产品仅具有防尘及防止较大毛刺屑的作用，不具有防水性能；

4、不要将切屑液或类似的东西直接应用到浮动产品上。

**注意**

1、该产品的浮动部分是通过空气浮动起来的，定期检查风管与快插接头、冷却水管及水管接头的连接情况；

2、请勿掉落或碰撞在坚硬的物体上，可能会造成产品损坏；

3、如果产品安装时过度拧紧螺栓或使用错误的工具拧紧螺栓，螺栓可能发生变形、损坏或无法使用；

4、为产品提供洁净的空气，如果混入灰尘或湿气的空气进入产品会导致产品故障；

5、如果产品发生冒烟、异常声音、异常气味等，应立即关闭电源，气源，排查原因；

6、如果产品使用过程中出现，水冷机报警、电主轴温度过高等应立即关闭电源，气源，排查原因；

7、在将主轴安装在浮动机构之前，请阅读并理解关于主轴、水冷机的使用手册。

8、使用本说明书的人员必须具备与主轴使用相关的基本知识技能，并了解使用主轴、水冷机和工业设备的风险；

2. 产品介绍

☑使用本产品前需要在产品上安装去毛刺工具，如电机主轴、打磨头等；电机主轴由用户自行准备，或向我们订购。

☑浮动打磨工具的浮动力可以通过精密调压阀、比例阀进行调节。准备气动设备（如精密调节器、比例阀）作为气浮部件的驱动源。

☑使用本产品时需要安装过渡板将产品安装到机器人系统或者类似系统上。

2.1 工装夹具系统

为了满足客户打磨产品使用过程中使用不同直径的打磨头，我司所有的浮动打磨工具产品为可拆卸的 ISO25 刀柄以便客户安装快速更换打磨工具（打磨头、铣刀、钻头等）。工具更换方法：电磁阀完成一次换向及可完成换刀过程，将适合夹头直径的工具安装到夹头中一定深度，拧紧夹头螺母。浮动打磨工具中一般不允许安装刀具延长杆后再加持打磨头（使用刀具延长杆后刀具刚度降低，使用过程中如刀具或延长杆飞出会对人或物体造成损坏）；



注意

- 1、刀柄与夹头安装前，请务必确保接口处（夹头外表面、夹头内孔、刀柄外锥面、刀柄锥孔、主轴轴芯内孔、外螺纹及端面）绝对清洁后再进行安装。
- 2、夹头安装时，找正位置用手（严禁使用工具）轻轻旋入，待旋到底后再用扳手均匀锁紧；旋入过程中若感觉有卡滞，禁止继续旋入，请检查卡滞原因，排除异常后再进行操作；

2.2 位置安装

浮动打磨工具的安装

1、通过过渡板连接，安装在机器人或专用设备上；2、通过工作台适配器安装在工作台上，用机器人夹持工件。

2.3 使用环境

☑工作环境温度：0°C-40°C；

☑存储温度 0°C-60°C；

☑工作环境湿度:20%Rh-85%Rh(无凝结)； ☑ 存储湿度：0%Rh-90%Rh（无凝结）

储存条件：将产品的包装存放在干燥的地方。如果有，将产品储存在送货包装中。

☑执行设施： 该产品需要洁净、干燥、过滤、无油的压缩空气； 需要使用标称值为 5 微米或更细的精密调压过滤器；电主轴气缸卸刀（T0）、气缸复位（T1）0.6-0.7MPa、主轴除尘气压 0.2-0.3Mpa、主轴气密封气压 0.25Mpa；径向浮动力调节气压在 0.1-0.4MPa。

3.浮动打磨工具装置的特点及使用注意事项

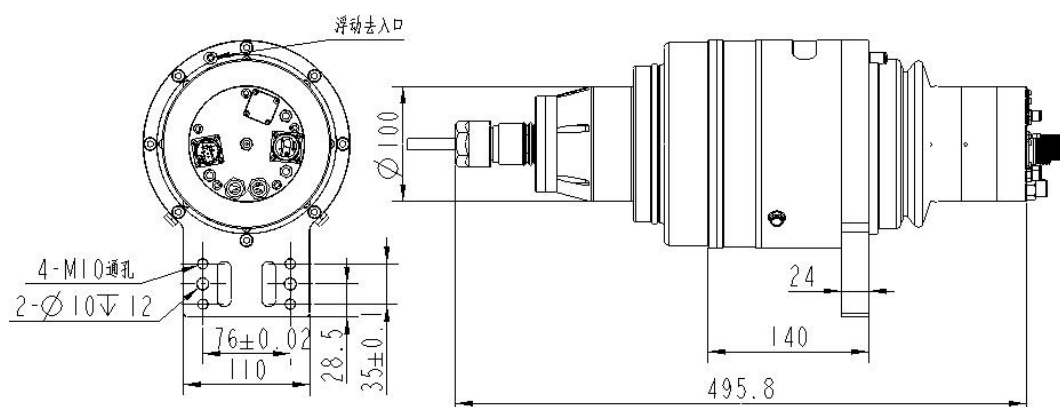


图 3-1 浮动打磨工具外形图

3.1 浮动打磨工具装置的特点

☑本产品的特点是浮动打磨工具可以径向 360°自由移动，同时在轴中心倾斜 4°，此外该产品还具有 10mm 轴向压缩功能。

☑安装电机主轴的浮动机构可用来去除毛刺，同时整体吸收机器上的工件组 X、Y、Z 轴的少量偏差。

☑流体的使用：洁净的空气；

☑工作压力范围：0.1-0.4MPa；



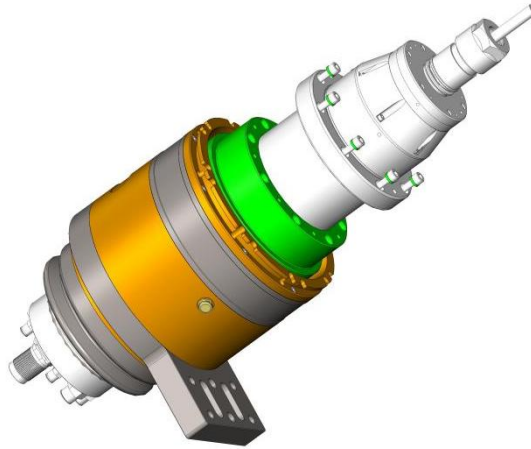
注意

- 1、制冷机，推荐使用蒸馏水，并添加缓蚀剂。如，费诺克斯（FernoX）保护剂 F1（使用配比 1：200）。如果环境温度低于冰点，必须添加抗冻剂。用户需配置冷却水以确保防止沉淀、腐蚀和水冻结等极端情况出现。
- 2、推荐使用室温同调（温差控制）冷水机，冷却液设置温度与环境温度一致（低于环境温度 0-3℃）。如：环境 30℃，冷水机设置温度为 27℃-30℃。
- 3、123 冷却液温度监控设定：冷却液温度报警值应设置为设定温度的±5℃。例如：冷却液温度设置为 27℃，那么冷却液温度上限报警值应设置为 32℃，下限报警值为 22℃。

3.2 浮动打磨工具装置的重量

浮动打磨工具的总重量：30.7Kg(含电主轴,刀柄重量)；

4.如何安装配套主轴



4.1 安装步骤：

安装电主轴的顺序如下：

☑选择一个可以安装在产品浮动部件安装孔 $\phi 100H6$ 带法兰的电机主轴。（主轴法兰孔位需确认后方可使用）

☑将主轴放入浮动机构中间，直至主轴达到限位环安装平面；

☑将主轴螺钉孔然后以 $16N.m$ 均匀、对称的扭矩拧紧所有螺钉；并将所有螺钉打上放松标识；

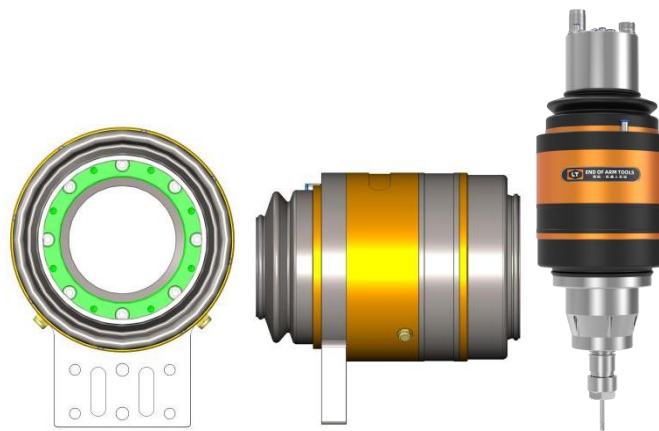


图 4-1 浮动主轴安装参考图

☑如果安装过程中遇到问题请及时联系我们（www.zzlhjqr.com）；

4.2 安装注意事项



警告

用户必须确保机器人电源已经断开连接，并且在此步骤中必须固定移动部件；意外移动可能对设备和人员造成伤害；



注意

1、安装电主轴时，切勿将其固定在电机所在位置。否则电机外壳会变形，会造成发热和损坏。固定电主轴是，必须将 6 个螺钉均匀用力并达到螺钉紧固需要的扭矩；2、电主轴长时间在打磨环境中需做防护；（使用过程中需先开启气封气，打磨完后根据粉尘的具体情况最后断开气密封）

☑将电机主轴安装到产品上面后，一定要安装防尘套。将防尘罩安装在主轴的磨具安装侧，安装下防尘圈是需先安装 V 型圈用于定型。安装好的防尘套可以防止碎屑进入；



注意

注：电主轴安装到浮动机构后，请务必安装防尘罩和 V 型圈。如有碎屑进入可能引起故障。

5. 如何安装浮动去毛刺

5.1 交付时检查

收到后，应检查以下内容：

☑按照货运单据交货；包装状况良好。

☑如果任何包装有损坏，或任何货物出现异常处理，打开可能损坏的部件，以便仔细检查。如有必要请联系领航机器人末端协助评估产品状况。

5.2 开箱和搬运

在运输、储存和搬运过程中，浮动打磨工具装置应始终放置在配套箱内。气动管和电缆线连接、捆绑，并且必须以一种允许在操作过程中自由移动的方式来减轻变形。

5.3 安装

☑将浮动打磨工具产品安装在机器人或者专用设备上面需安装过渡板。

☑郑州领航机器人末端也可以为您制造过渡板，如果有需要请随时联系我们（www.zzlhjqr.com）。



警告

注：用户必须确保机器人电源开关已断开连接，并且在此步骤中必须固定移动部件。意外移动可能给设备和人员造成伤害。

6.连接气源

6.1 气路连接

在产品管路上一定要安装一个精密调压过滤器（0-1Mpa）和 精密调压阀（0.1Mpa-0.4Mpa），电气比例阀（0-1Mpa）；

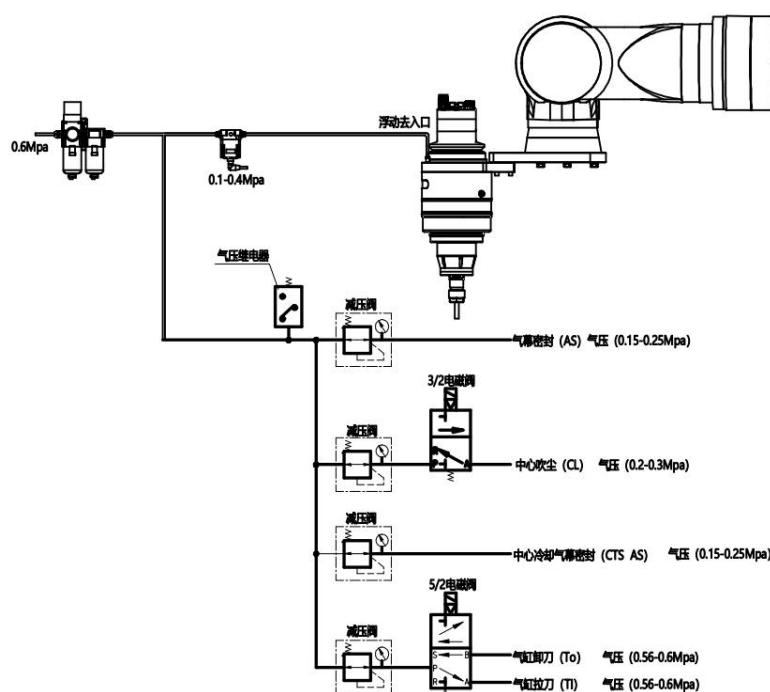


图 6-1 浮动打磨工具系统连接图

☑如图所示，分两路：1、浮动结构调节气路：电气比例阀→浮动打磨工具；2、主轴气路：详见主轴控制简图；



注意

- 1、TO 卸/松刀气压：压缩空气经进气嘴 T0 进入气缸实现卸刀动作；要求提供气压大小为 0.56~0.6Mpa；气压过低会导致卸刀缓慢及卸刀不良、卡刀等异常；气压过高会导致碟簧寿命降低及缸体磨损加快。
- 2、TI 拉/紧刀气压：气缸复位气压，该路气压与卸刀气压（TO）联锁，由同一个 5 位 3 通电磁阀提供，复位气压大小要求同卸刀气压（0.56~0.6Mpa）；
- 3、AS 气封/幕气压：主轴气体密封）接头，当此接头通入 0.15~0.25Mpa 压缩空气时，气体就会充满主轴内腔及通往轴端迷宫密封，阻止外部污染物及冷却液进入主轴内部，气压要求常开，建议开电就开启调压阀。气压过大会导致轴承油脂吹出；气压过低会导致气密封效果丧失。
- 4、CL 吹刀/除尘气压：（主轴轴端锥面吹尘）接头，当此接头通入 0.2~0.3Mpa 压缩空气，且气缸处于打下状态（主轴卸刀）时，气路才被接通（铝水套—活塞—拉杆—轴芯下端锥面），实现主轴换刀时阻止污染物进入轴芯与刀柄配合锥面的作用。该气路建议与 TO 同信号并加截流阀进行管控。

6.2 气压标准和气路设备

☑恒力浮动打磨产品的供气标准压力为 0.1-0.4Mpa

产品的最大压力为 0.4Mpa，切勿使用超过此值的气压在产品上。

☑对于管径和气动设备（如空气过滤器、精密调压阀、电器比例阀等），连接应选择气量相对应的管径。

☑使用直径比较小的气管，或流量较小的气动设备，会造成压力损失，可能无法获得所需的输出。

☑在空气主管道安装空气过滤器，空气干燥器。或者类似设备，以便清除空气中的灰尘和水分，为设备提供清洁空气。

☑空气过滤器去除气源的水分和灰尘。必要时排放积累的排放物。

**注意**

- 1、产品的最大压力为 **0.4Mpa**，切勿使用超过此值的气压。长期气压过大会降低主轴的使用寿命。
- 2、浮动力入口气管需入洁净干燥空气。
- 3、**为防止压力损失和流量不足，主气路气管应尽可能大。**
- 4、安装管路时，使从精密调节阀到浮动打磨工具的管路长度尽量小，如果气管过长，会造成压力损失，可能无法得到良好的效果。

7.通过调节供气压力值调节浮动力

☑为了调节浮动力的大小，用户需要相应地调节气压值。

☑将气源通过精密调压过滤器连接到精密调压阀并通过气管连接到浮动打磨工具浮动力入口。

☑使用精密调压阀调节气压值并获得所需的浮动力。请参考下图调节空气压力。

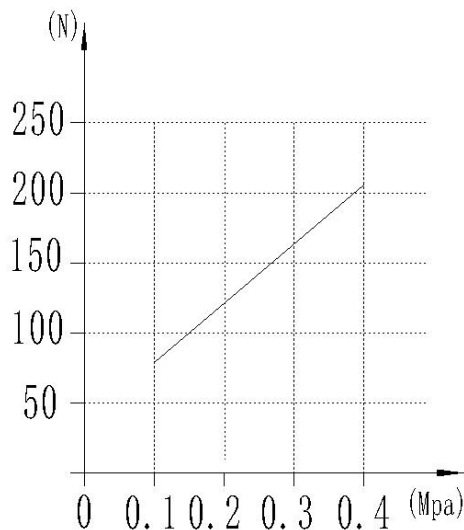


图 7-1 浮动力变化图

☑如果需要自动调节浮动力，可以通过安装电器比例阀实现。

**注意**

- 1、图 7-1 的曲线图说明了垂直方向，夹头指向地面浮动力随施加气压的变化。测量值可能从 0Mpa 到 0.4Mpa 不等并将施加压力转化为浮动力。实际的力特性取决于装置的安装方向和条件。在应用中，去毛刺工具水平安装，施加气压需要克服电机的重量。浮动力大小也取决于工件的材料，刀具

的类型，以及被移除的材料数量。

2、以上浮动力变化图是刀柄竖直向下方向，依据测试棒距离螺母 50mm 工作时所得到的数据；刀尖所受力；根据浮动的用法不同、磨头长度不同、形状不同、安装长度不同浮动力也不一样。

8.操作

这些操作说明旨在帮助系统集成商编程、启动和完成一个机器人浮动打磨工具装置，该装置包含一个浮动机构和安装在浮动机构上面的电主轴。系统集成商应该具备一些去毛刺的编程和自动化知识。

8.1 安全预防措施

所有参与浮动打磨工具运行的人员必须对操作规程有全面的了解。未能遵循这些程序或忽视安全预防措施可能会造成危险。甚至可能会伤害人员或损坏去毛刺装置及工具。



警告

- 1、此装置为机器人浮动打磨工具工具，不要手持浮动打磨工具工具进行工作。
- 2、不要以产生轴向载荷的方式使用浮动打磨工具装置。
- 3、切勿使用浮动打磨工具工具进行沉孔或钻孔。

沉孔和钻孔轴向载荷金属成形过程不应由浮动去毛刺装置执行。如果故障是由于外力造成的对人员和设备都有危险。

浮动去毛刺装置不能用于易碎材料的毛刺去除，正常去除的材料是碎屑的形式，破碎的工件可能导致材料碎片伤害周围工作环境和人员。当浮动去毛刺工具工作时，刚接触时应减小进给速度。在某些情况下，可能会导致磨具与工件之间的接触运动过快发生碰撞。碰撞可能会给双方的人员和设备造成危险。进行维护时，一定要记得拧紧螺母和螺栓。



注意

- 1、根据毛刺的大小选择浮动打磨工具工具。毛刺小工具大将导致产品被损坏；毛刺大工具小将导致电主轴过载使用寿命降低；并不能达到理想的去毛刺效果。
- 2、不要使用除领航公司推荐的以外的备件。使用非领航公司提供及推荐的部件会损坏设备，并使保修失效。
- 3、当去毛刺工具启动或运行时，不要出现在去毛刺工具附近。飞溅的碎片和旋转的部件会造成伤害。如果有必要接近在运动中使用去毛刺工具，站在合适的可视物体后面。
- 4、未阅读和理解相关使用手册，切勿使用或启动去毛刺工具。使用前不了解安装和操作流程，使用工具可能会导致造成人员受伤或设备损坏。
- 5、安装中如有什么问题请及时向我司联系，我司有专业的人员为您解答疑惑。

8.2 正常运行

☑空气质量:气源应干燥、过滤且无油。主气源进入浮动工具前需安装一个精密调压过滤器（前过滤精度 5um 后过滤精度 0.3um, 除水率 99%）。

☑无润滑：严禁任何形式的润滑。

☑ 刀具的选择、设计和维护：使用硬质合金刀具。工具有较高的运行速度，工具速度必须达到规定的速度范围。定期检刀具质量，确保无磨损。使用磨损的刀具会导致产品不合格；不要刀具加长杆，因为大的力矩负载和高速结合在一起会很危险。

8.3 浮动打磨工具工作环境

如前所述，浮动打磨工具装置应放在一个自动化的单元。工作单元必须用栅栏保护，禁止人员进入。工作单元可以配备一个门禁锁，操作维护人员只有授权才能进入。工作单元可部分或全部由有机玻璃组成，以方便观察去毛刺。在系统或浮动打磨工具维护过程中，确保浮动打磨工具和机器人停止工作。当安装和测试时及浮动打磨工具运行时，在场人员应配备安全帽，防护眼镜等防护。

8.4 工具中心点定位和编程

浮动去毛刺提供径向的浮动幅度较小时，去毛刺的效果最好；浮动去毛刺工具在机器人编程时不允许运行。在机器人编程过程中，浮动气压入口必须通气，精密调压阀最小值为 0.08Mpa。

建议使用以下两种编程方法。第一种方法，模拟刀柄直径法，当模拟机器人的路径时，在浮动打磨工具磨头位置安装φ10 的合适长度的圆柱销，代替打磨头(模拟刀柄)。刀柄充分延伸到需要切割的毛刺表面(如图 8-1)。刀具的直径不应超过定位销的直径，不得超过浮动打磨工具的浮动范围。

浮动打磨工具打磨头

浮动打磨工具加工示意图

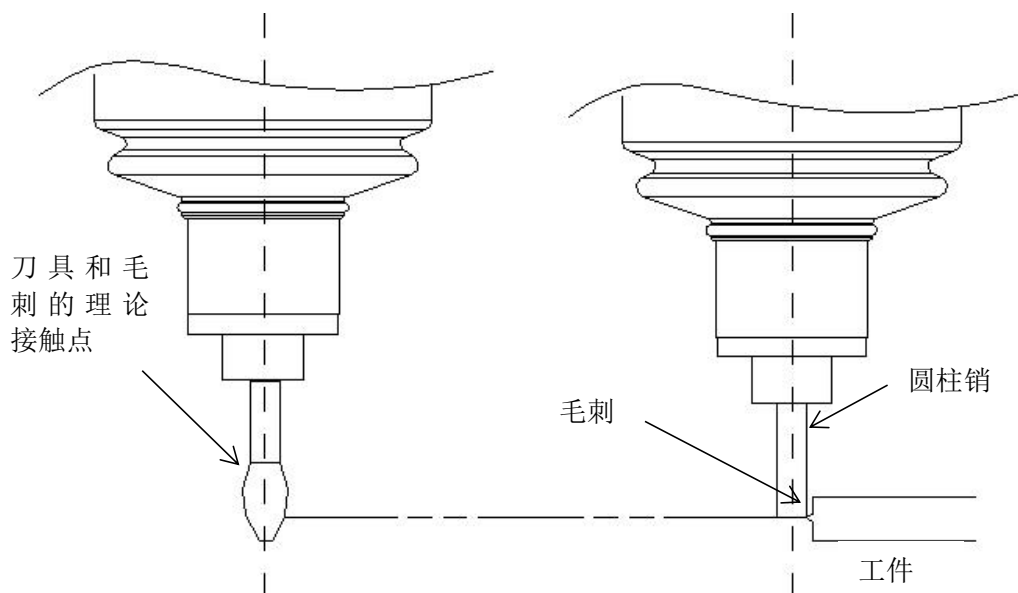


图 8-1 模拟刀柄示教法

另一种编程方法是以毛刺中心线为导向，沿零件边缘编写路径，然后手动或自动向机器人路径添加偏移量，实现最终正确的毛刺路径(见图 8-2)。所使用的编程方法将取决于加工中心或机器人的能力和程序员的编程方式。

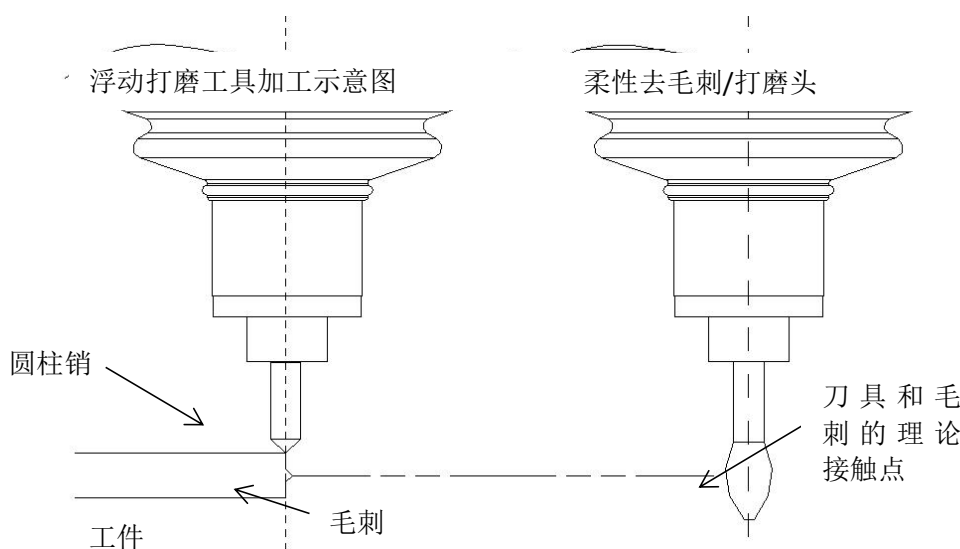


图 8-2 毛刺的中心线向导示教

圆角是柔性去毛刺主轴的一种复杂情况。一般来说，刀具不能同时接触圆角的两个垂直表面。由此产生两个平面的力不平衡将导致严重的刀具颤振。建议客户创建一个刀具路径，这将防止刀具同时接触两个垂直的表面。如果刀具呈倾斜方向并靠近刀具尖端，则锥度刀具可以伸入这样的圆角。(注意:当在锥形刀具尖端附近工作时，表面切削速度会降低。)当在半径内去毛刺时，可能会出现类似的情况。

建议客户不要尝试去毛刺的内径小于所需刀具直径的 1.5 倍($R_{min} = 1.5 \times \text{刀具直径}$)。根据切割深度的不同，不遵守这些准则可能会导致刀具过度接触，导致刀具过度颤振。第一次运行程序时，观察路径径向合规供气量下降到 1Mpa 以下;当机器人路径速度

增加时，注意机器人可能会偏离编程路径。一旦机器人路径确定，毛刺的顺应力应进行调整（图 8-1）以达到正确的毛刺去除深度。

☑去毛刺刀具的接近路径应缓慢且呈一定角度：去毛刺工具的进入路径应该是缓慢以一个角度接近工件。当开始去毛刺时，试着慢慢地减少角度，同时保持与表面稍微平行的路径。如果工具快速地垂直地接近工件，会导致工件出现凹坑，工具损坏及电主轴轴承过早磨损。

☑碰撞对人员和设备来说都是危险的情况。

☑对机器人进行编程，使其包含工具 50%的浮动行程：对机器人进行编程，使其在标记路径上的刀具符合 50%的行程。当零件边缘偏离正常路径时，切削钻头可以利用浮动沿高点和低点移动，而不会失去接触或撞到工件。不要将浮动机构“位于 0°位置”，一定使其达到可浮动的位置。

8.5 刀具及铣削方式的选择

浮动去毛刺装置在“顺铣”中表现最好。这是指切削齿的横切方向和切削齿旋转方向是相同的。在浮动的情况下，刀具旋转是顺时针的。因此，顺铣涉及到在去毛刺零件的外部进行顺时针运动。在顺铣中，最重的切削是在刀具进入工件时。在传统的铣削过程中，切削沿着刀具旋转相反的方向运动，这可能有助于某些操作中刀具的稳定性，然而，刀具的切削刃受到更高的摩擦和切削力。在这种模式下，刀具磨损加快，表面光洁度质量通常会下降。当使用传统铣削方式时，必须在拐角处格外小心，切削力会使毛刺偏转，导致机器人沿着其路径继续前进时刀具断裂，这造成了一个潜在的危险。

塑料是去毛刺最困难的挑战之一，因为碎屑堆积在磨头上。在这个过程中，如果刀具是钝的或者对被移物料的进料和速度不正确，切屑会使其熔化并焊接到刀具或工件上。对于塑料的进给速度会更高，来减少切削产生的温度，但同时也会产生更大的切削量。

8.6 刀具选择

领航对刀具的选择可以提供指导，刀具特性对应合适的材料，通过和专业刀具厂商的沟通，以及大量的实践得到如下数据。

刀具选择汇总表		
韧形 (柄φ3)	◎名称/应用	特点

	◎钨钢圆柱形打磨头，单槽平头，中齿 A 型 ●用于硬化和坚韧的材料，超级合金、不锈钢、合金钢和纤维增强塑料	●切削后，表面光滑
	◎钨钢圆柱形打磨头，双槽平头，中齿 A 型 ●用于硬化和坚韧的材料，超级合金、不锈钢、合金钢和纤维增强塑料	●切削能力高于标准切削 ●切削后，表面光滑
	◎金刚石打磨头，A 型 ●适用于去毛刺，开坡口，倒角； ●用于硬化和坚韧的材料，超级合金和不锈钢； ●钢、合金钢和纤维增强钢塑料。	●切削能力高于标准切削 ●表面处理后比较光滑
	◎铝合金刀具，圆柱宽齿 A 型 ●适用于硬质的铝合金，软有色金属和热塑性塑料； ●用于铸铝去毛刺。	●切屑容易通过 ●出屑槽不会堵塞，即使在割粘性金属时也不堵塞。 ●由于齿的剥离效应，操作平稳。
	◎椭圆形加粗齿 E 型 ●适用于铸铝和和热塑固型塑料。圆形刀刃。 ●用于铸铝去毛刺。	●切屑容易通过 ●出屑槽不堵塞，即使在切割粘性金属时也不堵塞。 ●由于齿的剥离效应，操作平稳。
	◎单交叉纹槽 L 型 ●适用于淬火和韧性材料，超级合金，不锈钢，合金铸钢和纤维增强塑料；	●切削后，表面光滑
	◎双交叉纹槽 L 型 ●适用于硬化和韧性材料、超级合金、不锈钢、合金铸钢和纤维增强材料塑料；	●切切削能力高于标准切削 ●切削后，表面光滑

	◎圆球形 D 型 ●适用于硬化和坚韧的材料，超级合金、不锈钢、合金钢和纤维增强塑料；	●内孔毛刺
	◎玻璃纤维打磨刀具 ●适用于所有玻璃和碳纤维增强塑料的研磨和轮廓铣削。	●由于切削力低，特殊的切削几何结构允许高进给率

9.故障排除

刀具磨损	难切削的工作材料	使用更好等级的刀具材料添加涂层。
	浮动力过大	减少切割宽度/连续多次打磨。
	进给速度过慢	增加进给速度。
刀具断裂	浮动力过大	减少切割宽度/连续多次打磨
	转弯处偏转	顺铣，不要从尖锐处开始前进
	发生碰撞	以一定角度降低接触进入时速度
工件光洁度差	进给速度过快	减少进给速度
	刀具磨损	定时定期检查刀具
	转速过低	增加转速
打磨后出现二次毛刺	刀具选择错误	更换合适刀具
	刀具磨损	更换刀具
	刀具接触角度不正确	调整刀具接触工件角度
打磨过程中出现抖动	进给速度过快	减少进给速度
	缺乏刚性	增加径向顺应性压力
	切削太多	减少切割宽度/连续多次打磨

10.维修保养

为使产品长期运行我司提供可靠的服务；浮动打磨工具用户可维修的部件很少。建议用户将浮动打磨工具发回我司进行维修。

☑介绍本产品的维护保养方法。

☑本产品使用高级润滑油，润滑油粘度较高不易流失，且浮动打磨工具结构件中设计有存油腔使用过程中自润滑。

☑对于气管，请严格遵守以下规定；

☑建议每月需检查主轴固定螺钉是否松动（去掉下橡胶套，用 42N.m 对称拧螺钉，检测螺母是否松动），用深度尺检验主轴的位置 80.6 有无轴向窜动；

☑水冷机建议每月跟换一次纯净水；

注：本产品是螺纹锁紧，不可自行拆卸，为了长期使用本产品建议定期进行维护，（1-

 警告	
1、气管弯曲半径不小于 50mm，请勿将气管弯曲或者扭曲使用；	
2、请勿靠近火源、高温物体、撞击物、尖锐物体表面。	
3、气管气源压力不小于 0.4Mpa 的气管。	
4、水冷机使用注意事项：①水质纯净水；②添加防腐蚀水剂：费诺克斯保护剂 F1；③建议更换水时间 1 个月；④水冷机冬天需添加含乙二醇防冻剂，推荐使用科莱恩；⑤根据车间环境温度及蒸发情况及时补充冷水机中水。	

2 年指导一次，但视客户情况而定）；如果您需要定期维护和维修，请与我们联系。

11.标准配件清单

☑以下配件是浮动打磨工具 LT-6000 的标准配置。

序号	名称	型号	数量	备注
1	6000 力控浮动材料去除工具	LT-6000-10036 / 6.0D2	1 套	含主轴及可换刀刀柄
2	高速铣削电主轴说明书	DGZX-10036 / 6.0D2-IFPWS	1 份	电子版

12、产品参数、图纸模型

<https://www.zzlhjqr.com/mrt.html>（链接访问）

郑州领航机器人有限公司 地址：河南省郑州市二七经济技术开发区郑投科技创新园 11 号楼 电话：0371-86256680 网址：www.zzlhjqr.com

13.联系我们

郑州领航机器人有限公司

地址：郑州市二七经济技术开发区郑投科技创新园 11 号楼

电话：0371-86256680

手机：18503835695

邮箱：zzlhjqr@163.com

官网：<https://www.zzlhjqr.com/>

☑产品规格及外形如有更改，恕不另行通知。

☑本说明书的内容如有更改，恕不另行通知。

高速铣削电主轴(DGZX-10036 / 6.0D2-IFPWS)

High-speed Milling Electric Spindle (DGZX-10036 / 6.0D2-IFPWS)

使用说明书

USER MANUAL

1 基本信息

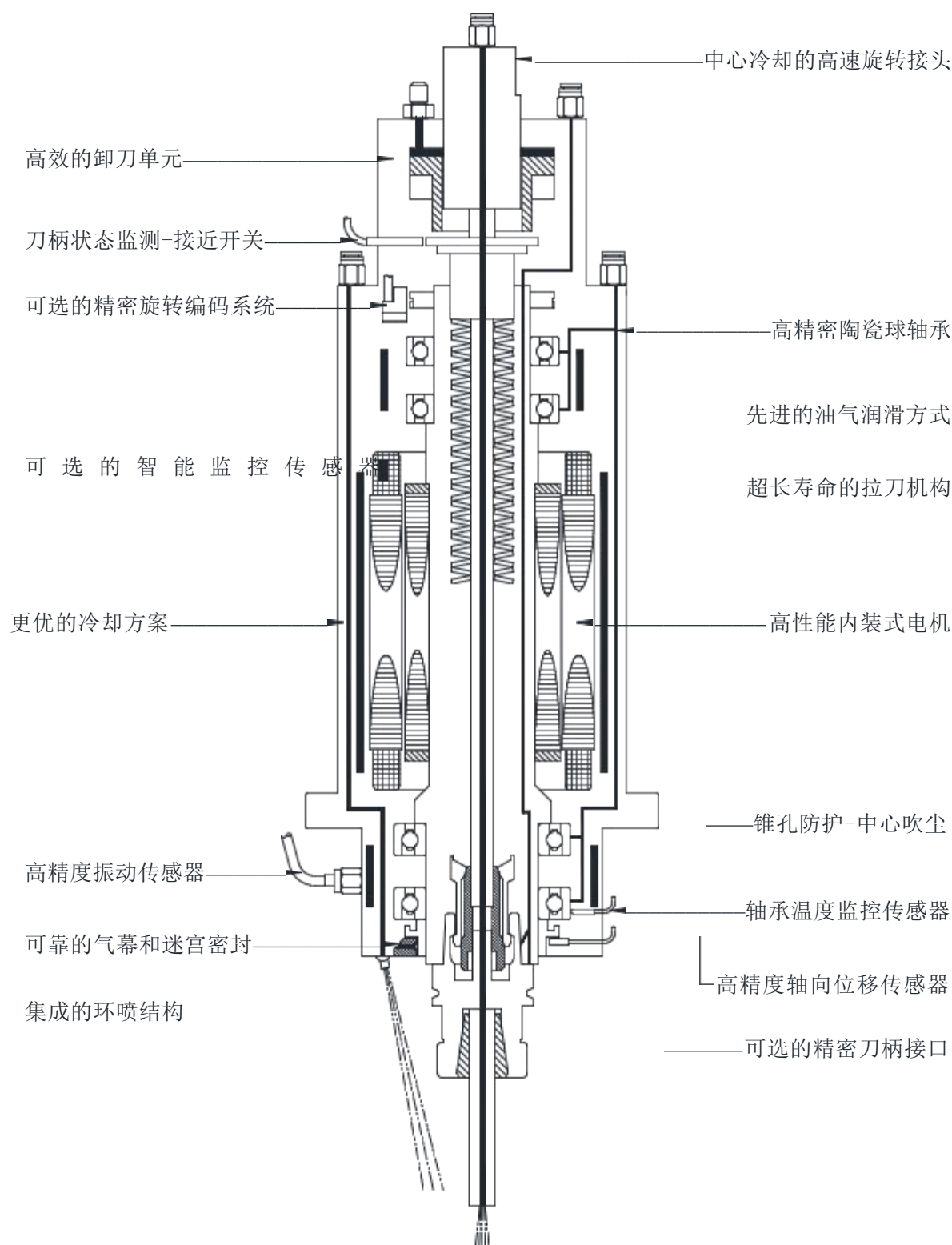


图 1.1 电主轴示意图

1.1 产品用途

高速铣削电主轴是专门针对各类金属、非金属的高精度铣削加工而精心设计的。根据不同材料工件的加工特性，选择合适的刀具的加工参数，才能发挥电主轴的最佳性能。

1.2 产品特点

本系列产品为电机内装式主轴。内置三相交流电机，由驱动器进行无级变速控制，产品具有结构紧凑、惯性小、振动小、噪声低等特点。

本系列产品采用高精度轴承，并采用最优的轴系布置方式，使产品具有高运转精度、高稳定性及大刚性、大承载力的特性。

本系列产品内部设置循环冷却通道。冷却介质流经主轴内部合理布置的循环通道，快速带走主轴旋转产生的热量，使主轴快速进入较低的热平衡状态，从而保证加工产品尺寸稳定、精度高，并维持主轴的长寿命使用。

本系列产品可根据客户需求安装智能监控传感器，可对电机温度、轴承温度、轴芯热伸长、主轴振动等实时监控，以满足各种智能控制及加工需求。

1.3 责任说明

主轴的可靠运转和使用寿命取决于使用者的正确操作。使用者在使用前必须仔细阅读、理解并遵守本主轴使用说明书。此外，必须遵守事故预防规范、安全准则和环境保护规范。

本使用说明书必须妥善保管，以便需要时查阅。

若不遵守本使用说明书或未经许可擅自改动主轴结构，由此产生的任何人身和财产损失以及主轴品质的丧失，我司将不承担任何责任。

请注意，在保修期内请勿擅自拆装主轴。主轴经擅自拆装后，我司不负保修责任。

1.4 服务及咨询

作为卓越的主轴研发生产供应商，我们十分乐意帮助您解决所遇到的关于主轴的问题，并为您提供相应的咨询服务。欢迎拨打我司的服务热线：4006189083

2 主轴安全说明

2.1 注意事项

- 1) 非我司指定的技术人员禁止设置、拆卸或修理本电主轴。
- 2) 通过对主轴温度、振动、异响、噪声等监测，可以判断主轴运转是否正常。如果出现异常，请立即关闭系统，并通知维护人员。
- 3) 主轴未装刀柄前，禁止运转本电主轴；
- 4) 主轴运转时，旋转部件会产生巨大的离心力，必须设置必要的安全防护装置。
- 5) 主轴所使用的刀柄及刀具必须经过动平衡校正(符合 ISO1940 规范 G2.5 以内动平衡等级)，否则会导致主轴振动过大，使主轴精度降低，严重时造成设备损坏。
- 6) 严禁超出电主轴规定的技术参数操作，否则会造成不可预期的严重后果。
- 7) 严禁向主轴鼻端喷射压缩空气、液体等，避免异物进入主轴内部，损坏主轴。
- 8) 严禁使用砂纸或砂轮打磨主轴轴芯锥孔、端面、机体外圆及法兰端面等安装位置。

2.2 符号标识

表示禁止事宜，违反会产生不可预期的严重后果。

错误操作时，可能会导致人身伤害和设备损坏。

错误操作时，可能会导致人身伤亡。

强制执行事宜。

当心触电。

3 存储

主轴存储请遵循以下说明：

- 1) 主轴外表面需涂抹防锈油，并用防锈纸包裹好主轴后，放置包装箱内。
- 2) 主轴放置时应避免挤压主轴的轴芯、接头、传感器、电缆等。
- 3) 主轴存储环境必须干燥，无尘埃和污垢。
- 4) 主轴存储环境温度为 10℃-40℃。
- 5) 为防止主轴内部产生冷凝水，存储环境温度应相对稳定，使空气中水分无法达到冷凝点。例如：65%相对湿度，允许的最高温度下降8℃。具体请查验焓湿表。
- 6) 主轴应避免接触酸、碱、盐等腐蚀性物质。
- 7) 主轴最长存储时间为 18 个月，存储时间超过 18 个月需要重新检测合格后方可使用。
- 8)  注意 主轴每存储三个月时间需重新磨合运转，磨合运转方式按表 3.1 执行。

表 3.1 磨合运转

步骤	转速	持续的时间
1	最高转速的 25%	5 分钟
2	静止	5 分钟
3	最高转速的 50%	5 分钟
4	静止	5 分钟
5	最高转速的 80%	20 分钟

4 安装操作

4.1 安装前确认

- 1) 收到货物的包装是否完好、没有损坏的痕迹。
- 2) 核对装箱单与收到的货物是否完全一致。
- 3) 核对主轴技术参数（参加主轴技术参数表和外形图）与周边设备是否完全匹配。

4.2 驱动器选用原则

- 1) 根据主轴的电机类型及相关配置， 结合实际的加工需要， 选用合适驱动类型的驱动器。
- 2) 驱动器的额定输出电压与主轴的额定电压匹配。
- 3) 通常情况， 相同电压等级下， 驱动器额定输出功率不小于主轴电机额定输出功率的 1.5 倍，
按就近并大于原则选取国标规定的驱动器功率等级。如电机额定功率为2.3kW， 则
驱动器选择3.7kW。
- 4) 刹车电阻阻值可根据驱动器厂商推荐值并结合客户使用要求进行选取。

4.3 准备工作

- 1) 拆开主轴包装时，要采取适当的保护措施，检查电主轴外观是否损坏，如有损坏请拨打服务热线4006189083。
- 2)  搬运过程严禁回转轴、气缸（油缸）受力。
- 3) 安装之前，所有供应管道和线路必须清理干净，以防异物进入主轴内部。
- 4) 装机后，外露部分必须防锈处理。

4.4 机械安装

4.4.1 机械连接

- 1)  主轴安装过程， 禁止旋转部件受力状态进行安装， 否则会造成主轴损坏。如图4.1 所示。

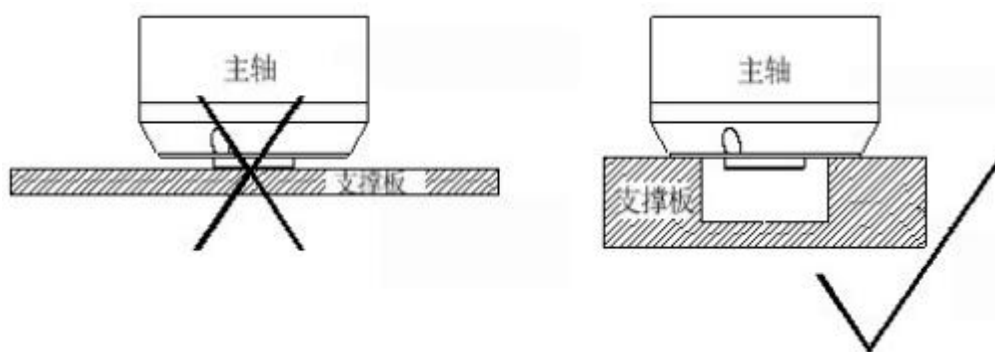
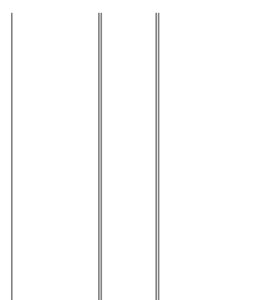


图4.1 主轴安装受力图

- 2)  主轴为中心出水或卧式安装时，泄露孔、中心溢出孔应竖直向下，如下图 4.2 所示。



中心溢出接头 DWS

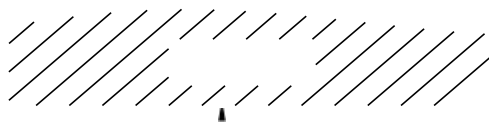
前端迷宫密封
前端泄漏孔

图4.2 卧式安装中心溢出孔示意图

4.4.2 抱夹安装方式

- 1) 装机前，请确保抱夹孔径为 $\Phi DH6$ ，内孔圆柱度小于等于 0.01mm ，夹持范围见机体刻度线，如图4.3 所示。
- 2)  禁止超出刻度线夹持主轴。
- 3) 推荐使用带防护垫片的割缝式抱夹装置，如图4.4 所示。
- 4)  安装时，抱夹与主轴的装配面请用工业酒精等清洗剂擦拭干净。
- 5) 抱夹螺钉锁紧时，推荐采用扭矩扳手，均匀锁紧。

夹持长度 L = 允许夹持范围内



10 5 5 10

10 5 5 10

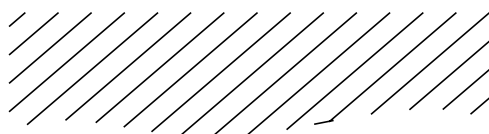


图4.3 主轴装夹示意图

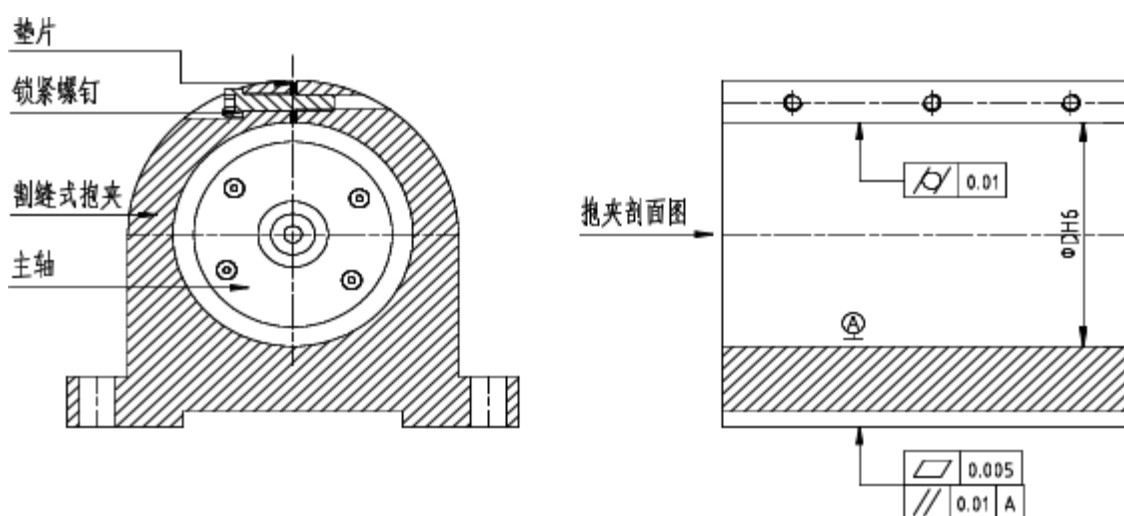


图4.4 割缝式抱夹安装示意图

4.4.3 法兰安装方式

- 1) 锁螺钉时，推荐采用扭矩扳手，采用对称锁紧，使每个螺钉受力均匀、紧固可靠。
- 2) 为防止振动造成松动，应使用防松垫圈，装夹示意图见4.5。

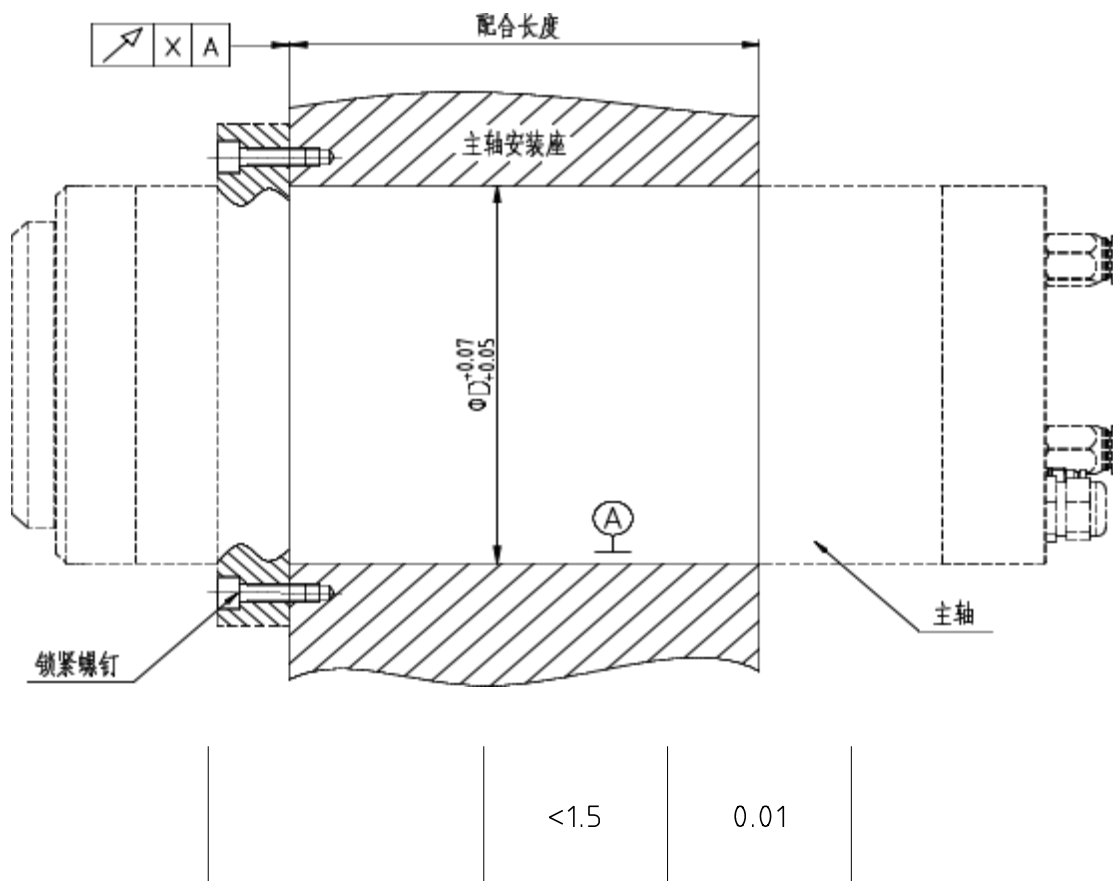


图4.5 主轴装夹示意图（主轴与机体箱内孔配合）

4.5 管路标识说明

- 1) 拆除主轴连接端接头的气管塞、螺塞和保护塞，并妥善保管好以便需要时使用。
- 2) 根据主轴结构特性在主轴外壳打标的字母含义如下表4.1 所示。

表4.1 主轴打标字母含义

接头分类	接头名称	打字标识
电源线功能接头	电源线接头	EC
	U 相绕组引出端	U
	V 相绕组引出端	V
	W 相绕组引出端	W
	U 相绕组始端	U1
	U 相绕组末端	U2
	V 相绕组始端	V1
	V 相绕组末端	V2

接头分类	接头名称	打字标识
	W 相绕组始端	W1
	W 相绕组末端	W2
	保护接地	PE
信号线接头功能接头	信号线接头	SE
	刀具夹紧信号引出端	TI SE
	刀具释放信号引出端	TO SE
	无刀信号引出端	NT SE
	振动传感器信号接头	V SE
	位移传感器信号接头	D SE
	编码器信号接头	EN
	轴承测温传感器信号接头	T SE
	PTC 定子测温传感器信号接头	PTC
	KTY 定子测温传感器信号接头	KTY
	NTC 定子测温传感器信号接头	NTC
水功能接头	冷却水进接头	WAIN
	冷却水出接头	WA OUT
	轴芯冷却水进接头	SWAIN
	轴芯冷却水出接头	SWA OUT
	液压水进接头	WI
	液压水出接头	WO
	中心冷却进(水、油、气)接头	CTS IN
	中心溢出接头	DWS
	环喷进水接头	TCW
油功能接头	冷却油进接头	OIL IN
	冷却油出接头	OIL OUT
	油缸卸刀油接头	TO
	油缸复位油接头	TI
	液压油进接头	OI
	液压油出接头	OO
	刹车进油接头	OC
气功能接头	压缩气体进接头	AIR
	气幕密封接头	AS
	中心冷却气幕密封接头	CTS AS
	中心吹尘接头	CL

接头分类	接头名称	打字标识
	气体冷却进接头	AIR IN
	气体冷却出接头	AIR OUT
	气缸卸刀气接头	TO
	气缸复位气接头	TI
	刹车进气接头	AC
	治具进气接头	FI
	治具出气接头	FO
油气功能接头	前轴承油气进接头	LF
	后轴承油气进接头	LR
	轴承油气出接头	LRET

4.6 冷却系统

4.6.1 冷却系统连接

冷却系统连接请遵照以下要求：

- 1) 冷却液流动方向从WAIN 接口进入主轴，从WA OUT 流出。
- 2) 冷却液导管应选用最大使用压力大于 1.0MPa 的柔性管。不可使用硬质塑料或金属等不可弯曲的管。
- 3) 冷却液导管不能绞接，靠近接头的位置必须固定，防止拉扯或扭转。
- 4) 在冷却液循环回路中接入流量计，实时监控冷却液流量，确保主轴冷却液正常供给。
- 5) 冷却系统连接完毕后，应试运行，检查冷却液回路有无泄漏现象。

4.6.2 冷却液要求

- 1)  技术参数表中无特殊注明的，默认冷却介质为水。如客户需使用油冷，需联系我司寻求最优的解决方案。
- 2) 推荐使用蒸馏水，并添加缓蚀剂。如，费诺克斯（Femox）保护剂F1（使用配比 1: 200）。如果环境温度低于冰点，必须添加抗冻剂。用户需配置冷却水以确保防止沉淀、腐蚀和水冻结等极端情况出现。

4.6.3 制冷机设置

推荐使用室温同调（温差控制）冷水机，冷却液设置温度与环境温度一致（低于环境温度0-3℃）。如：环境30℃,冷水机设置温度为27℃-30℃。

冷却液温度监控设定： 冷却液温度报警值应设置为设定温度的±5℃。例如： 冷却液温

度设置为27℃, 那么冷却液温度上限报警值应设置为32℃, 下限报警值为22℃。

机台停止工作, 待主轴冷却到室温后, 请关闭制冷机, 避免温差过大形成冷凝水损坏主轴。

4.7 气路系统

4.7.1 气路系统组成

本系列电主轴的气路系统包括以下功能支路:

- a) 轴承油气润滑系统的油气分配器;
- b) 主轴鼻端气幕密封AS;
- c) 主轴换刀过程吹净锥孔的中心吹尘CL;
- d) 主轴中心冷却功能部件非接触式旋转接头气幕密封CTSAS;
- e) 主轴气缸的卸刀动力TO 和拉刀动力TI。

4.7.2 气路系统连接要求

气路系统连接请遵照以下要求:

- 1) 所有与主轴接头直接连接的气管应选用最大使用压力大于 1.0MPa 的柔性管, 不可使用硬质塑料或金属等不可弯曲的管;
- 2) 气管不能绞接, 避免受力, 防止拉扯或扭转;
- 3) 气路系统中应按图4.6 接入气压继电器, 实时监控, 确保压缩空气正常供给;
- 4) 连接AS、CL 和CTSAS 气管前, 应先调整压缩空气压力, 确认气压符合主轴技术参数表规定压力值后, 方可将气管接入对应的接头上;
- 5) 图4.6 所示是本系列产品所有可能配置的气路支路, 连接气路系统时, 根据您的主轴实际配置有的气路支路进行连接。

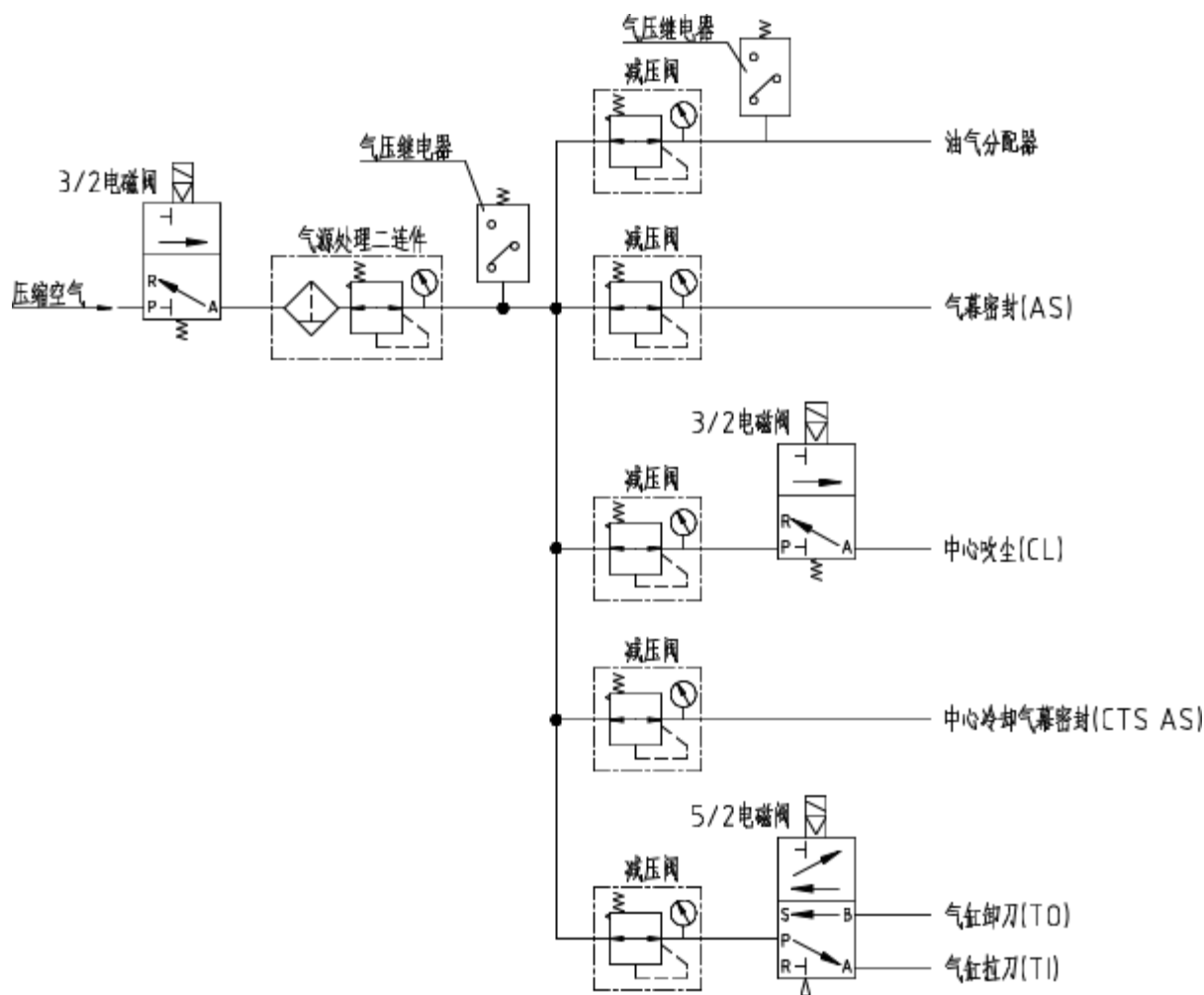


图 4.6 气路系统连接示意图

4.7.3 压缩空气质量要求



强制 压缩空气必须经过过滤、油水分离处理，必须满足 ISO 08573 的要求，气体质量要求如下：

- 最大含油量， 3 级：油浓度 $<1\text{mg}/\text{m}^3$ ；
- 固体颗粒， 3 级：颗粒度 $<5\text{ }\mu\text{m}$ ，颗粒浓度 $<5\text{ mg}/\text{m}^3$ ；
- 压力露点， 4 级： $<3^{\circ}\text{C}$ 。



强制 如果主轴使用油气润滑，压缩空气的质量按油气润滑的压缩空气的质量要求。

4.7.4 气路系统控制要求

气路系统请遵照以下要求进行控制：

- 气路系统主路气压必须满足各支路使用气压要求；
- 油气分配器控制按4.6 油气润滑系统要求；
- 气幕密封AS 用压缩空气必须与机床同时启动， 如无法满足， 必须先通气后通切削

液，主轴停止运转后，先关闭切削液再停止通气；

- 4) 中心吹尘CL 必须与刀柄状态监测接近开关拉刀信号TI SE 互锁，只要拉刀信号TI SE 无输出信号，中心吹尘CL 用压缩空气就保持启动，收到拉刀信号TI SE 时停止通气；
- 5) 中心冷却气幕密封AS 用压缩空气必须与机床同时启动，如无法满足，必须先通气后通中心冷却介质，先关闭中心冷却介质再停止通气；
- 6)  气缸卸刀TO 与拉刀TI 必须使用2 位5 通电磁阀进行互锁控制，当卸刀 TO 启动时，拉刀 TI 必须处于排气状态，当拉刀 TI 启动时，卸刀TO 必须处于排气状态；
- 7)  主轴旋转过程严禁启动卸刀TO。

4.8 油气润滑系统（如有配置）

4.8.1 油气润滑系统连接要求

油气润滑系统连接时请遵照以下要求：

- 1) 油气润滑系统参照图4.7 连接；
- 2) 油气管路必须使用可弯曲的耐液压油透明塑料管,最大工作压力不小于 1.0MPa；
- 3) 油气管最佳内径是2-2.5mm；
- 4) 为了形成稳定的环状流，油气管长最短 1m，最长不超过 10m，最佳长度4m；
- 5) 每根油气管应具有5 圈的螺旋结构，直径大约50mm，距离主轴接头约0.5-1m，且螺旋结构的轴线须水平或与水平倾斜不超过30°，以确保主轴重新启动后，可以很快继续供给润滑剂，如示意图4.8 所示。
- 6) 气路系统中应按图4.7 接入气压继电器，实时监控，确保压缩空气正常供给；
- 7) 推荐使用油气润滑专用油气管。

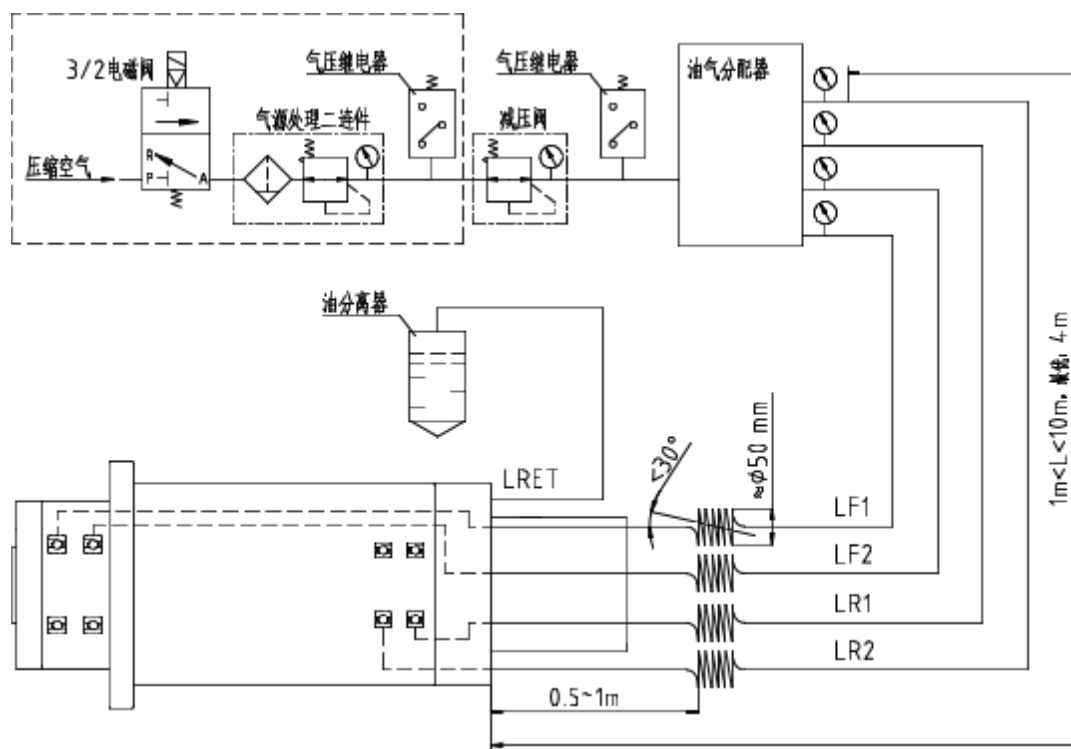


图 4.7 油气润滑控制连接示意图

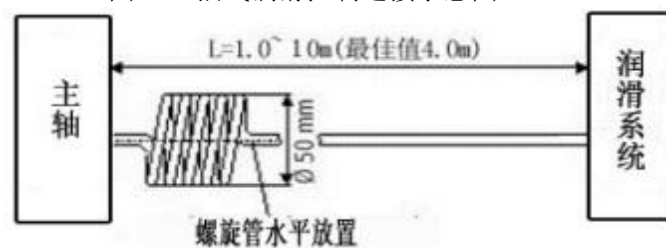


图 4.8 油气润滑软管示意图

4.8.2 润滑油质量要求

油气润滑系统用润滑油建议从表4.2 中选择，并确保符合以下要求：

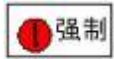
- 推荐使用带有极压合成的符合ISO VG 68+EP 的标准润滑油；
- 禁止使用含有二硫化钼的润滑油， 会发生喷嘴阻塞的危险；
- 禁止使用油类混合物铁轨润滑油；
- 只有过滤后的油才能用，润滑油的清洁度要符合ISO4406，污染等级13/10。

表 4.2 润滑油推荐牌号

公司	润滑油型号
Esso	SpartanEP68
Shell	Omala-Öl 68
Mobil	Drucköl KLP 68-C

Aral	Degol BG 68
BP	Energol HLP-D68

4.8.3 压缩空气质量要求



压缩空气必须经过过滤、油水分离处理，必须满足ISO 08573 的要求，气体质量要求如下：

- 1) 空气清洁度：最大颗粒尺寸为 1 μm；
- 2) 空气干燥度：露点为+2℃。

4.8.4 油气润滑系统控制要求

油气润滑系统请遵照以下要求进行控制：

- 1) 油气润滑系统必须与机床同步启停；
- 2) 油气润滑系统中供给压缩空气和各油气支路气压必须符合技术参数表中的要求。

4.9 换刀单元

本系列产品的换刀单元有气动和液压两种形式，具体配置根据刀柄特性选择。如果主轴为气动换刀形式，气缸的连接和控制可参照本说明书 4.6 气路系统完成。以下介绍液压换刀系统的连接与调试。

4.9.1 液压换刀系统的连接要求

液压换刀系统连接时请遵照以下要求：

- 1) 液压换刀系统可参照图4.9 连接；
- 2) 所有与主轴接头直接连接的管道应选用最大使用压力大于液压换刀系统的最大工作压力压力的柔性管，不可使用硬质塑料或金属等不可弯曲的管；
- 3) 为提高液压换刀系统的响应速度，连接油管应尽可能短；
- 4) 油管不能绞接，避免受力，防止拉扯或扭转；
- 5) 连接油管前，应先调整输出压力，确认液压符合主轴技术参数表规定压力值后，方可将油管接入对应的接头上；
- 6) 液压换刀系统连接时还应严格遵守液压泵站供方的要求。

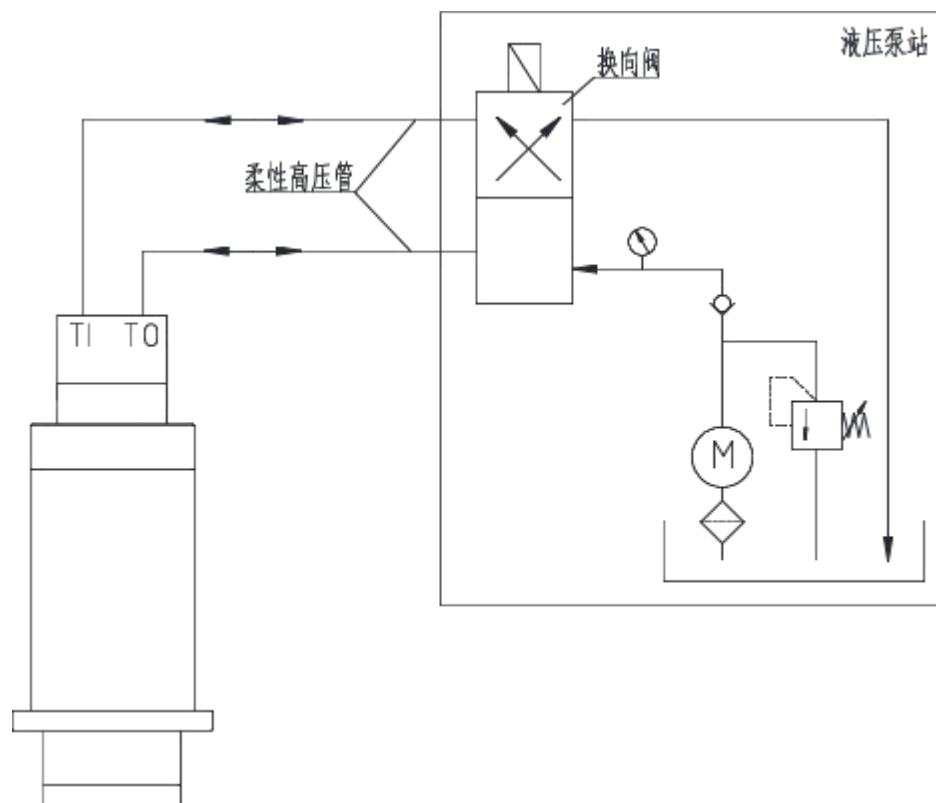


图 4.9 液压换刀系统连接示意图

4.9.2 液压油质量要求

液压换刀系统用液压油质量必须符合以下要求：

- 1) 必须是HLP 无锌抗磨液压油，并符合ISO VG32(32 mm²/s 40℃)的要求；
- 2) 液压油纯净度必须达到ISO 4406 标准要求的 18/16/13 或更高级别。

4.9.3 液压换刀系统控制要求

油气润滑系统请遵照以下要求进行控制：

- 1)  卸刀TO 与拉刀TI 必须进行互锁控制，当卸刀TO 启动时，拉刀TI 必须处于泄压状态，当拉刀TI 启动时，卸刀TO 必须处于泄压状态；
- 2)  主轴旋转过程严禁启动卸刀TO。

4.10 中心冷却系统

4.10.1 中心冷却系统连接要求

中心冷却系统旋转接头的连接请遵照以下要求：

- 1) 旋转接头可参照图4.10 连接；
- 2) 部分旋转接头有径向和轴向两个冷却介质入口CTS IN，用户根据机床结构选择接

入其中一个入口，并用螺塞密封另一个入口；

- 3) 与旋转接头直接连接的冷却介质输入管路应选用最大使用压力大于旋转接头的最大工作压力的柔性管，不可使用硬质塑料或金属等不可弯曲的管；
- 4) 与旋转接头溢出口连接的管路应选用最大使用压力大于 1.0MPa 的柔性管，不可使用硬质塑料或金属等不可弯曲的管；
- 5) 所有管路不能绞接，避免受力，防止拉扯或扭转；
- 6) 冷却介质注入管路应接入压力继电器，实时监控，确保冷却介质正常供给；
- 7) 旋转接头溢出管路必须是水平或朝下，溢出口就是整个溢出管路的最高点，才能确保溢出的冷却液顺利排除。

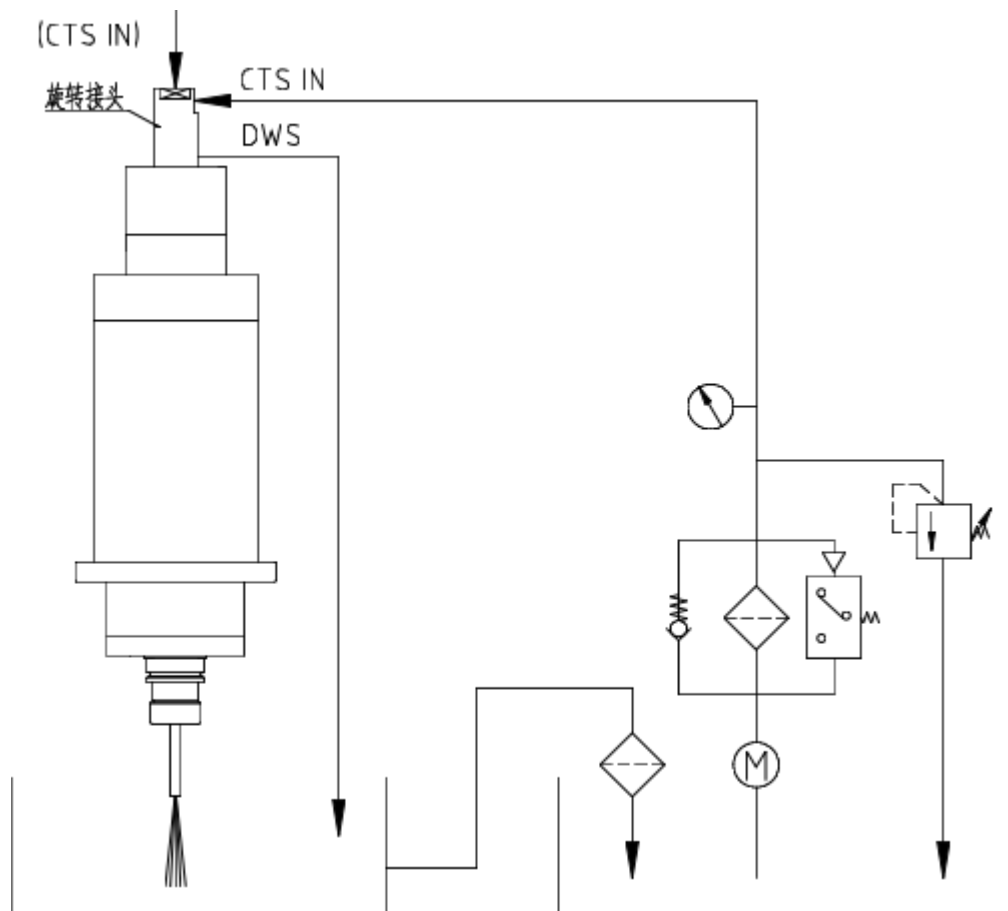


图 4.10 旋转接头连接示意图

4.10.2 冷却介质质量要求

中心冷却系统用冷却介质应符合以下要求：

- 1) 冷却介质应根据技术参数表提供和实际加工需求选择；
- 2) 若冷却介质为液体，固体颗粒 $<25\mu\text{m}$ ；

- 3) 若冷却介质为气体，固体颗粒 $<5\mu\text{m}$ ；
- 4) 冷却介质注入压力范围应符合技术参数表中的要求；
- 5) 冷却介质最高注入温度为 60°C 。

4.11 电气系统连接

4.11.1 电气连接分类

如图4.11 所示，主轴垫圈连接主要分为：

- 1) 航空插头连接 ① ；
- 2) 延长电缆航空插头连接 ② ；
- 3) 延长电缆直接连接 ③ 。

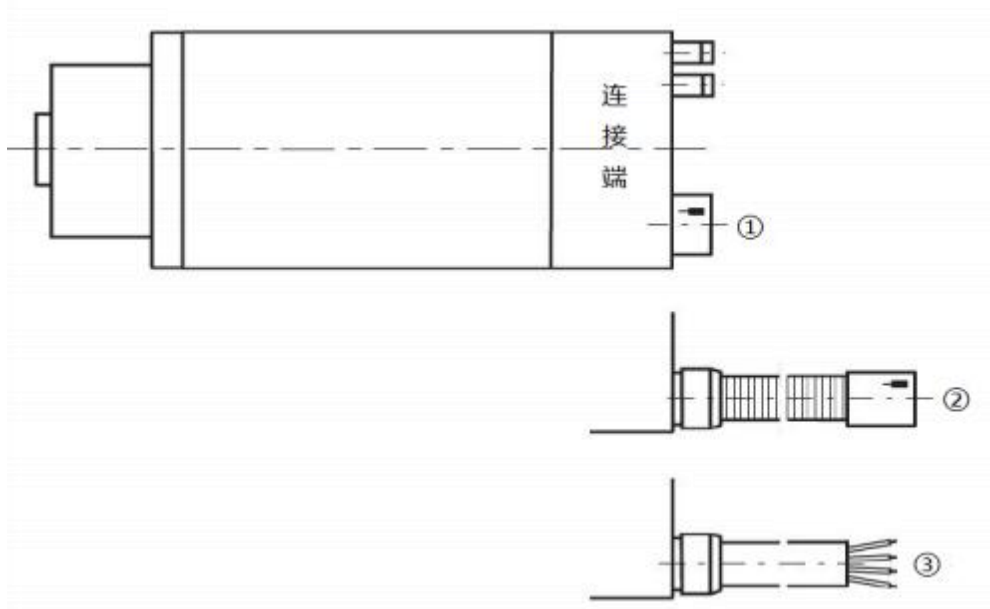


图4.11 电气连接分类

4.11.2 动力线连接

- 1) △ 高压危险！ 小心操作，并配带绝缘手套。
- 2) 电主轴必须可靠接地。
- 3) 航空插头要保证连接安全可靠，确保正确的插入和拔出。
- 4) 采用延长电缆直接连接时需遵循以下步骤：
 - a) 安装电主轴时先接地，然后再接相线；拆卸电主轴时先拆相线，然后拆接地线。
 - b) 确保相序正确连接；
 - c) 永磁同步电主轴接线过程中，禁止旋转轴芯。

4.11.3 信号线连接

- 1) 航空插头要保证连接安全可靠，确保正确的插入和拔出；
- 2) 信号线电缆中的屏蔽线必须可靠接地；
- 3) 接线时必须配带防静电手套；
- 4) 必要时，在信号线上增加磁环，增加抗干扰能力。

4.11.4 电机温度检测信号

温度传感器预埋绕组线圈内部，用于实时监控电机温度。温度传感器标准配置类型 PTC/KTY/NTC，具体型号可查阅主轴技术参数表。

- 1) PTC 定子测温传感器（详见附录）
- 2) KTY 定子测温传感器（详见附录）
- 3) NTC 定子测温传感器（详见附录）

4.12 刀柄与夹头

4.12.1 刀柄使用要求

刀柄应根据技术参数中刀柄接口选择，并严格执行以下要求：

- 1) 刀柄必须符合相关刀柄的技术标准；
- 2) 主轴所使用的刀柄和刀具应尽量短，尽量轻，同时应严格对称；
- 3) 主轴所使用的刀柄和刀具应符合ISO1940 规定的G2.5 动平衡等级；
- 4) 刀具末端圆跳动不得超过0.01mm；
- 5) 夹持刀柄前，请确认刀具夹持是否正确，确保螺母及其他附件安装可靠，并检查刀柄接触面是否清洁；
- 6) 夹刀之后检查刀柄是否装夹到位；
- 7) 主轴转速不得超过刀柄和刀具的极限转速；

4.12.2 带中心冷却功能的刀柄安装说明

 **注意** 带有 HSK 锥孔和中心冷却功能的主轴，必须夹持具有中心出水功能的刀柄和刀具才能运转。否则会损坏主轴。 HSK 刀柄，可在内部需要安装导水管，如图4.12所示。在安装导水管时应符合以下要求：

- 1) 为确保导水管密封良好，建议螺纹处图螺纹密封胶装配；
- 2) 导水管安装后，与刀柄回转中心夹角不超过 1° 。

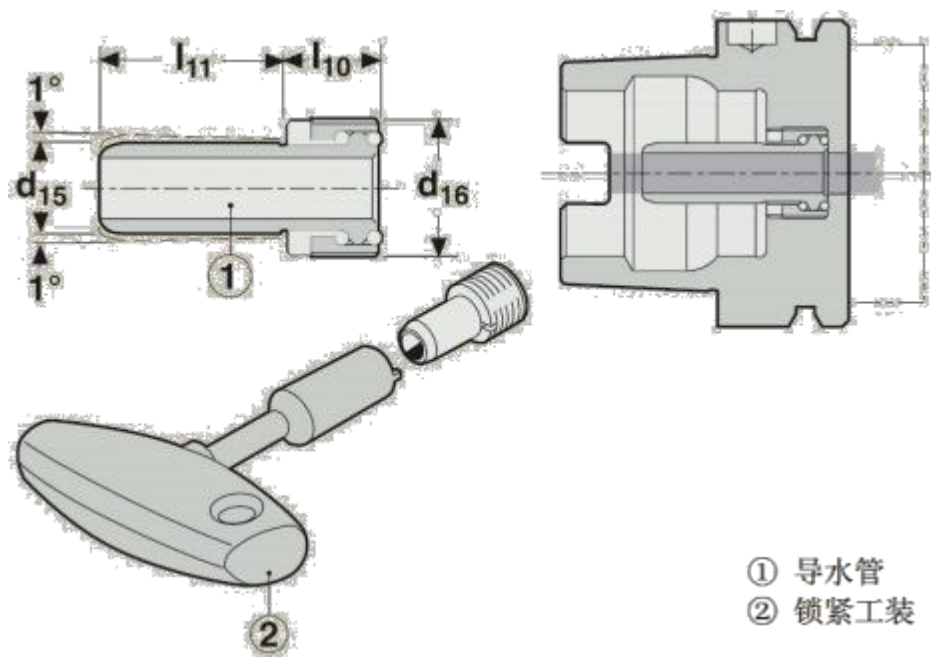


图 4.12 HSK 刀柄安装导水管示意图

4.12.3 不带中心冷却功能的刀柄安装说明



带有 HSK 锥孔，且没有中心冷却功能的主轴， HSK 刀柄内部的导水管需要拆除，并用顶丝密封上刀柄的通孔，以防止切削液等杂质进入主轴的锥孔，污染刀柄夹持系统，如图4.13所示。

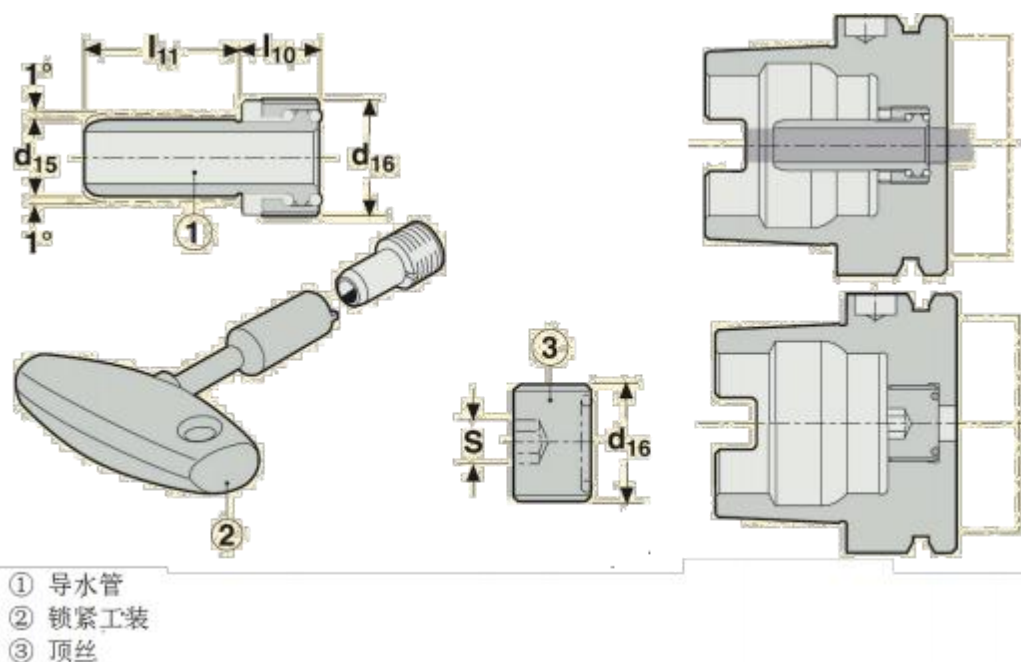


图 4.13 HSK 刀柄不安装导水管示意图

4. 12. 4 刀柄与夹头的安装要求

- a) 刀柄与夹头安装前，请务必确保接口处（夹头外表面、夹头内孔、刀柄外锥面、刀柄锥孔、主轴轴芯内孔、外螺纹及端面）绝对清洁后再进行安装。
- b) 刀柄与夹头安装时，请在接口处（夹头外表面、刀柄外锥面、刀柄锥孔、主轴轴芯内孔）涂抹少量的润滑脂，且润滑脂不得有杂质。
- c) 夹头安装时，找正位置用手（严禁使用工具）轻轻旋入，待旋到底后再用扳手均匀锁紧；旋入过程中若感觉有卡滞，禁止继续旋入，请检查卡滞原因，排除异常后再进行操作。

5 运转

5.1 运转前点检事项

- 1) 请确保主轴处于可随时紧急停止的状态。
- 2) 实时检测拉刀信号，拉刀信号与运转信号必须互锁，只有拉刀信号正常输出，才允许主轴启动，以免造成人身伤害；
- 3) 其它请按以下表格事项进行点检。

表 5.1 运转前点检事项

冷却	冷却回路是否泄漏
	主轴电机是否漏电
	制冷机是否运行
	冷却流量是否满足
油气润滑	油气装置处于正常运行中
	主轴启动前必须进行预润滑操作
压缩空气	气路系统已运行
液压	液压系统已运行
系统参数	系统参数设置无误

5.2 运转说明

- 1) 刀具没有固定前主轴不允许运转，否则会危及人员安全。
- 2) 主轴运行过程中，严禁触摸其旋转部位。

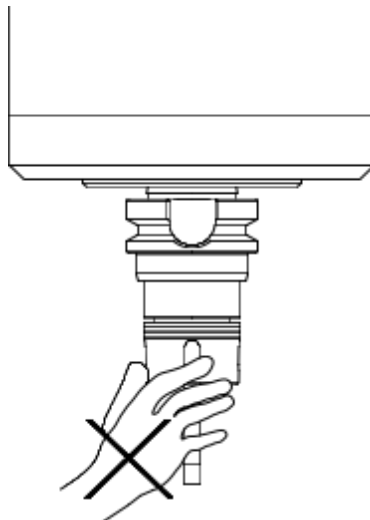


图 5.1 主轴旋转时切勿触摸

- 3) 机台在每日开机或冷机状态直接作精加工前必须进行热机，热机可以使机台及主轴达

到热稳定状态。热机操作见表 5.2。

- 4) 如果主轴已经冷却到室温或长期停滞，禁止以最高转速重启，应逐步增加转速。
- 5)  如主轴长时间未使用，请按第 3 章的磨合运转规定进行操作。

表 5.2 热机流程

步骤	转速	持续的时间
1	最高工作转速的 25%	5 分钟
2	最高工作转速的 50%	5 分钟
3	使用转速	30 分钟

5.3 油气预润滑

- 1) 为了确保轴承得到可靠的润滑，主轴启动前必须进行预润滑操作。
- 2) 预润滑要求：润滑管路与主轴的接口处观察到有润滑油流入主轴，然后持续 5min。
- 3)  主轴寿命与使用转速成反比关系，如果主轴长期在极限转速运转，将导致主 轴寿命降低。

6 维护和保养事项

6.1 冷却系统维护保养

- 1) 实时监控水冷机水位是否正常，如低于规定的水位，请按正确的方法及时补充。
- 2) 每周查看冷却水液面是否存在水垢、漂浮物，如果存在请按正确的方法及时更换冷却水。

6.2 油气润滑系统维护保养

- 1) 定期检查压缩空气水分离器，阻止水和脏物进入系统。
- 2) 注油前要清洗油箱，并用滤纸和过滤器过滤润滑油，防止杂物进入。
- 3) 定期检查油气润滑系统各个通道的气压、油泵喷油量、喷油循环间隔是否符合要求，防止轴承供油不足损坏轴承或者供油量过大轴承发热量大。

6.3 旋转接头单元维护保养

- 1) 在主轴开始装机运转时，就要目测旋转接头溢出口每日的溢漏量，在异常恒定的高渗漏情况下，主轴应及时停止工作，排查原因。如旋转接头已经受损，需及时更换旋转接头。
- 2) 推荐使用我司旋转接头，也可使用经我司推荐品牌型号的旋转接头。

6.4 刀具接口维护保养

- 1) 终端客户若长时间停机，请停机前对主轴锥孔做必要的防锈处理，以免生锈从而影响主轴偏摆精度。
- 2) 主轴更换刀具时，务必擦拭干净主轴刀具接口，以免刀具卡死或者影响主轴的精度。
- 3) 每月检查HSK 锥孔的卸刀调整距离E.M 值，并与表6.1 对比，如果超出允许范围，请联系本公司售服或拨打服务热线：4006189083。
- 4) 每月检查拉刀力是否正常，如果拉力低于正常值 70%，请联系本公司售服或拨打服务热线：4006189083。

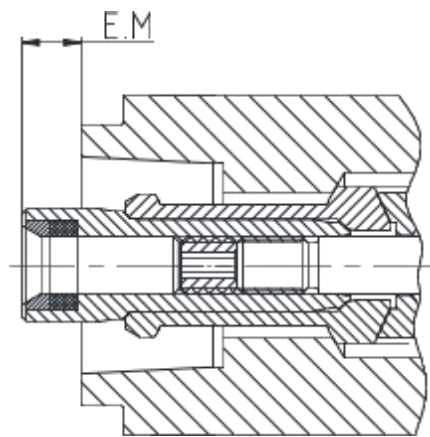


图 6.1 HSK锥孔的卸刀调整距离E.M值

表 6.1 HSK刀柄测量EM值示意图

类型	A/C	B/D	E	F	容差
HSK 25	/	/	6.5	/	±0.1
HSK 32	8.5	/	8.5	/	±0.1
HSK 40	8.5	8.5	8.5	/	±0.1
HSK 50	10.5	8.5	10.5	8.5	±0.1
HSK 63	10.5	10.5	10.5	10.5	±0.1
HSK 80	13.0	10.5	/	10.5	±0.1
HSK 100	13.0	13.0	/	/	±0.1
HSK 125	16.5	13.0	/	/	±0.1

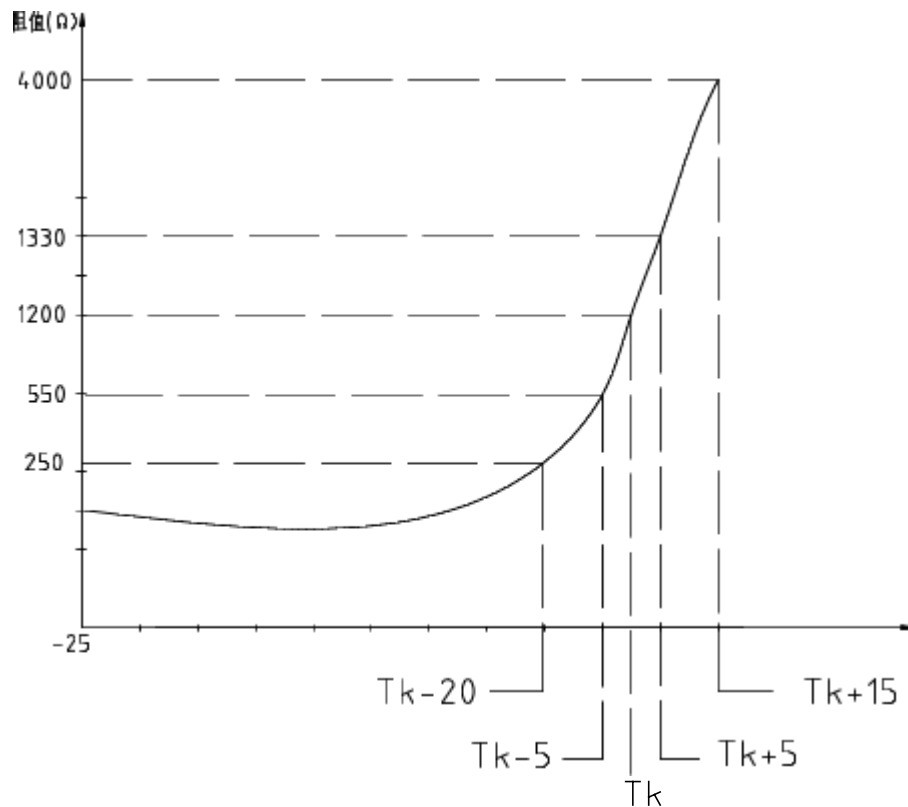
7 故障诊断

表 7.1 故障诊断表

问题	可能原因	补救措施
主轴无法启动	主轴电源线连接不正确	检查电源连接
	驱动器错误	检查驱动设置
	编码器信号错误	检查传感器信号和信号电缆连接
	主轴被钳制	松钳
主轴太热	冷却液供应不足	泵旋转方向错误，互换两相。
		冷却管堵塞，清洁的冷却系统或检查冷却管是否弯折。
	冷却液温度太高	冷却系统不工作，检查安全系统
	超负荷运行	检查是否已经超过正常输出
	轴承磨损	更换轴承
	轴承润滑单元供应非指定的润滑油	检查润滑油是否符合要求
	轴承润滑单元供油量过少或过多	检查润滑油供油量设置是否符合要求
主轴切削无力	驱动器参数设置	按说明书要求设定驱动器参数
主轴运行不顺，具有不规则的振动。	轴承损坏	联系我司维修
	主轴缺相	检查主轴电源的连接是否牢靠
旋转接头单元渗漏	旋转接头单元密封磨损	更换旋转接头单元
无法卸刀	卸刀压力太小	按技术参数表调整液压泵站输出压力或卸刀压缩空气压力
	换刀单元异常	联系我司维修
主轴振动过大	刀柄或刀具未达到动平衡要求	按 SO1940 规定的 G2.5 动平衡等级校正 刀柄和刀具
	轴承损坏	联系我司维修

附录 1 、 PTC 定子测温传感器（可选）

单个 PTC 温度传感器温度-阻值曲线



技术参数:

- 1) 传感器类型: PTC (正温度系数), 3 个串联, 常温阻值 $R_{25} \leq 255 \Omega (3 \times 85 \Omega)$ 。
- 2) 开关特性:
温控点 $T_k = 145^\circ\text{C}$, $T_{k-5} \leq 1650 \Omega (3 \times 550 \Omega)$, $T_{k+5} \geq 3990 \Omega (3 \times 1330 \Omega)$ 。
- 3) T_k 偏差 $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$, T_k 重复性 $\Delta T = \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。
- 4) 热动作时间: $\leq 2\text{s}$ 。
- 5) 最大工作电压 30V (DC), 绝缘强度 2.5KV。
- 6) 最高允许工作温度 180°C , 最低允许工作温度 -25°C 。

附录 2 、 KTY 定子测温传感器（可选）

KTY 温度阻值对照表

环境温度		温度系数（%/K）	KTY84/130			
（℃）	（°F）		电阻（Ω）			温度误差（K）
			最小	典型	最大	
-40	-40	0.84	340	359	379	±6.48
-30	-22	0.83	370	391	411	±6.36
-20	-4	0.82	403	424	446	±6.26
-10	14	0.80	437	460	483	±6.16
0	32	0.79	474	498	522	±6.07
10	50	0.77	514	538	563	±5.98
20	68	0.75	555	581	607	±5.89
25	77	0.74	577	603	629	±5.84
30	86	0.73	599	626	652	±5.79
40	104	0.71	645	672	700	±5.69
50	122	0.70	694	722	750	±5.59
60	140	0.68	744	773	801	±5.47
70	158	0.66	797	826	855	±5.34
80	176	0.64	852	882	912	±5.21
90	194	0.63	910	940	970	±5.06
100	212	0.61	970	1000	1030	±4.9
110	230	0.60	1029	1062	1096	±5.31
120	248	0.58	1089	1127	1164	±5.73
130	266	0.57	1152	1194	1235	±6.17
140	284	0.55	1216	1262	1309	±6.63
150	302	0.54	1282	1334	1385	±7.1
160	320	0.53	1350	1407	1463	±7.59
170	338	0.52	1420	1482	1544	±8.1
180	356	0.51	1492	1560	1628	±8.62
190	374	0.49	1566	1640	1714	±9.15
200	392	0.48	1641	1722	1803	±9.71
210	410	0.47	1719	1807	1894	±10.28
220	428	0.46	1798	1893	1988	±10.87
230	446	0.45	1879	1982	2085	±11.47
240	464	0.44	1962	2073	2184	±12.09
250	482	0.44	2046	2166	2286	±12.73
260	500	0.42	2132	2261	2390	±13.44
270	518	0.41	2219	2357	2496	±14.44
280	536	0.38	2304	2452	2600	±15.94
290	554	0.34	2384	2542	2700	±18.26
300	572	0.29	2456	2624	2791	±22.12

技术参数：

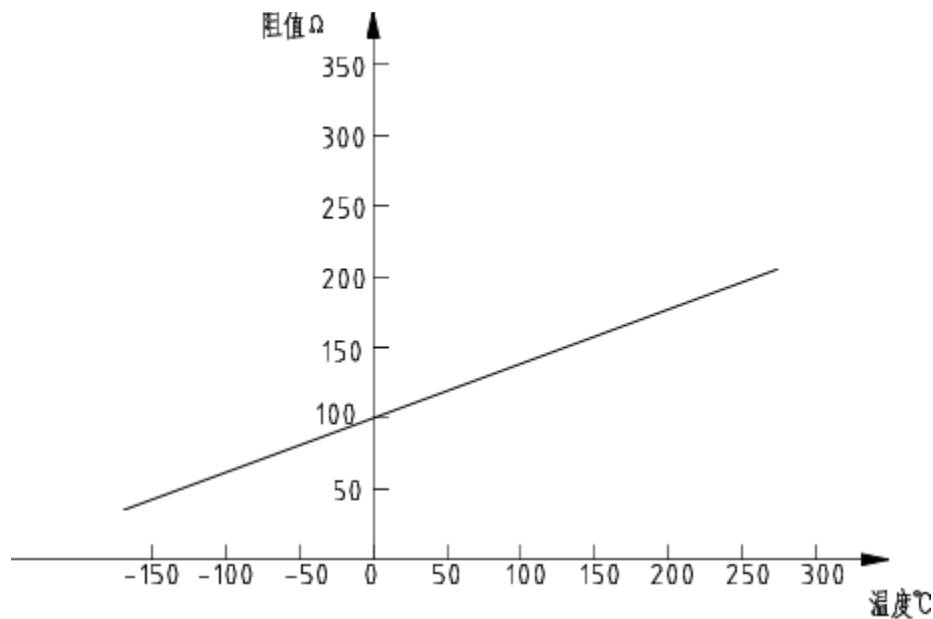
传感器类型： KTY84-130，冷态阻值R20 约581Ω，热态阻值R100 约为1000Ω。

附录3、NTC 定子测温传感器（可选）

NTC 阻温特性对照表

R _{25℃} =10.0KΩ					B _{25/50} =3950K				
T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)	T(℃)	R(KΩ)
-50	450.974	-9	50.534	32	7.369	73	1.552	114	0.439
-49	427.897	-8	48.013	33	7.090	74	1.500	115	0.427
-48	405.892	-7	45.627	34	6.798	75	1.450	116	0.415
-47	384.927	-6	43.368	35	6.520	76	1.402	117	0.404
-46	364.967	-5	41.229	36	6.255	77	1.356	118	0.393
-45	345.975	-4	39.204	37	6.002	78	1.312	119	0.383
-44	327.915	-3	37.285	38	5.760	79	1.269	120	0.373
-43	310.751	-2	35.468	39	5.529	80	1.228	121	0.363
-42	294.448	-1	33.747	40	5.309	81	1.188	122	0.353
-41	278.969	0	32.116	41	5.098	82	1.150	123	0.344
-40	264.279	1	30.570	42	4.897	83	1.113	124	0.335
-39	250.344	2	29.105	43	4.704	84	1.078	125	0.326
-38	237.130	3	27.716	44	4.521	85	1.044		
-37	224.603	4	26.399	45	4.345	86	1.011		
-36	212.733	5	25.150	46	4.177	87	0.979		
-35	201.487	6	23.965	47	4.016	88	0.948		
-34	190.836	7	22.842	48	3.863	89	0.919		
-33	180.750	8	21.776	49	3.716	90	0.891		
-32	171.201	9	20.764	50	3.588	91	0.863		
-31	162.163	10	19.783	51	3.440	92	0.873		
-30	153.610	11	18.892	52	3.311	93	0.811		
-29	145.516	12	18.026	53	3.188	94	0.787		
-28	137.858	13	17.204	54	3.069	95	0.763		
-27	130.614	14	16.423	55	2.956	96	0.740		
-26	123.761	15	15.681	56	2.848	97	0.718		
-25	117.280	16	14.976	57	2.744	98	0.697		
-24	111.149	17	14.306	58	2.644	99	0.676		
-23	105.351	18	13.669	59	2.548	100	0.657		
-22	99.867	19	13.063	60	2.457	101	0.637		
-21	94.681	20	12.487	61	2.369	102	0.619		
-20	89.776	21	11.939	62	2.284	103	0.601		
-19	85.137	22	11.418	63	2.204	104	0.584		
-18	80.750	23	10.921	64	2.126	105	0.567		
-17	76.600	24	10.449	65	2.051	106	0.551		
-16	72.676	25	10.000	66	1.980	107	0.535		
-15	68.963	26	9.571	67	1.911	108	0.520		
-14	65.451	27	9.164	68	1.845	109	0.505		
-13	62.129	28	8.775	69	1.782	110	0.491		
-12	58.986	29	8.405	70	1.721	111	0.477		
-11	56.012	30	8.025	71	1.663	112	0.464		
-10	53.198	31	7.716	72	1.606	113	0.451		

附录 4 、 PT100 轴承测温度传感器（可选）



PT100 温度阻值特性曲线

技术参数

- 1) 传感器类型: PT (正温度系数), 零度时电阻阻值 $R_0=100\ \Omega$, 温度率数 $TCR=0.003851$ 。
- 2) 温度测量范围 $-50\ ^\circ\text{C}\sim 200\ ^\circ\text{C}$ 。
- 3) 温度/电阻特性(温度阻值对):

$$\text{当 } -200\ ^\circ\text{C} < t < 0\ ^\circ\text{C} \quad R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3]$$

$$\text{当 } 0\ ^\circ\text{C} < t < 850\ ^\circ\text{C} \quad R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

R_t 在 $t\ ^\circ\text{C}$ 时的电阻值

R_0 在 $0\ ^\circ\text{C}$ 时的电阻值

- 4) $TCR=0.003851$ 时的系数值

系数	A	B	C
数值	$3.9083 \times 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}$	$-5.775 \times 10^{-7}\ ^\circ\text{C}^{-2}$	$-4.183 \times 10^{-12}\ ^\circ\text{C}^{-4}$

- 5) 测量误差

零度时阻值误差%	温度误差 $^\circ\text{C}$	温度系数 TCR 误差 $\Omega/\Omega/^\circ\text{C}$
± 0.12	$\pm (0.30 + 0.005 t)$	0.003851 ± 0.000012

- 6) PT100 铂电阻分度表（见下表）

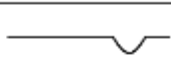
PT100 铂电阻分度表

温度 ℃	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	电阻值(Ω)									
-50	80.31	79.91	79.51	79.11	78.72	78.32	77.92	77.52	77.12	76.73
-40	84.27	83.87	83.48	83.08	82.69	82.29	81.89	81.5	81.1	80.7
-30	88.22	87.83	87.43	87.04	86.64	86.25	85.85	85.46	85.06	84.67
-20	92.16	91.77	91.37	90.98	90.59	90.19	89.8	89.4	89.01	88.62
-10	96.09	95.69	95.3	94.91	94.52	94.12	93.73	93.34	92.95	92.55
0	100	99.61	99.22	98.83	98.44	98.04	97.65	97.26	96.87	96.48
0	100	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.9	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.4
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.9	111.29
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114	114.38	114.77	115.15
40	115.54	115.93	116.31	116.7	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50	119.4	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70	127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52
80	130.9	131.28	131.66	132.04	132.42	132.8	133.18	133.57	133.95	134.33
90	134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	138.13
100	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.4	140.78	141.16	141.54	141.91
110	142.29	142.67	143.05	143.43	143.8	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69
120	146.07	146.44	146.82	147.2	147.57	147.95	148.33	148.7	149.08	149.46
130	149.83	150.21	150.58	150.96	151.33	151.71	152.08	152.46	152.83	153.21
140	153.58	153.96	154.33	154.71	155.08	155.46	155.83	156.2	156.58	156.95
150	157.33	157.7	158.07	158.45	158.82	159.19	159.56	159.94	160.31	160.68
160	161.05	161.43	161.8	162.17	162.54	162.91	163.29	163.66	164.03	164.4
170	164.77	165.14	165.51	165.89	166.26	166.63	167	167.37	167.74	168.11
180	168.48	168.85	169.22	169.59	169.96	170.33	170.7	171.07	171.43	171.8
190	172.17	172.54	172.91	173.28	173.65	174.02	174.38	174.75	175.12	175.49
200	175.86	176.22	176.59	176.96	177.33	177.69	178.06	178.43	178.79	179.16

附录 5 、 编码器

弦波编码器技术参数

电气数据	
电源电压 U_B	5 V DC $\pm$ 5%，防逆极性、防电压突增
输出电平	1 Vss 差分信号
输出信号	两个偏置90° 正弦信号和他们的相反信号， 防短路；选项： 基准脉冲
输出频率	0 至200 KHz
无负荷时的功率消耗	≤ 0.3 W
电磁兼容性	EN61000-6-1 至4
绝缘强度	500V，根据 EN 60439-1
机械数据	
许可气隙	0.5mm $\pm$ 0.3，当模数为 1.0 时 0.20mm $\pm$ 0.03，当模数为 0.5 时 0.15mm $\pm$ 0.02，当模数为 0.3 时
测量齿轮的材料	铁磁性钢
工作温度范围	-30℃至+85℃
运行温度及存放温度范围	-40℃至+120℃
保护等级	IP 68
耐振性	200 m/s ² ，根据 DIN EN 60068-2-6
抗冲击性	2000 m/s ² ，根据 DIN EN 60068-2-27
质量	30g
外壳材料	压铸锌
电气连接	
芯数 $\times$ 芯横截面	9 $\times$ 0.15mm ²
许可最大电缆长度	100 m
电缆直径	5 mm
最小弯曲半径	25 mm

芯的颜色	信号/功能		
白色	U_{1+}	轨迹1	
棕色	U_{1-}	/轨迹1	
灰色	U_{N+}	基准轨迹	
蓝色	0V	0V	
红色	U_B	+5V电源电压	
玫瑰色	U_{2+}	轨迹2	
黑色	U_{2-}	/轨迹2	
黄色	U_{N-}	/基准轨迹	
绿色	U_{sense}	5V Sense	

方波编码器技术参数

电气数据	
电源电压 U_B	5 V DC $\pm$ 5%
耗时电流	≤ 60 mA
VOH (open-output)	≥ 2.5 V
VOL (open-output)	≤ 0.5 V
VOH ($R_L=120 \Omega$)	≥ 2.5 V
VOL ($R_L=120 \Omega$)	≤ 0.5 V
输出信号	TTL (Line Driver)
最大相偏移	+ 25°
最高相应频率	≥ 500 KHz
机械数据	
许可气隙	0.15 $\pm$ 0.03 mm
工作温度范围	-20℃至+80℃

保护等级	IP 68
耐振性	10G
抗冲击性	100G
电气连接	
芯数×芯横截面	9×0.15mm ²

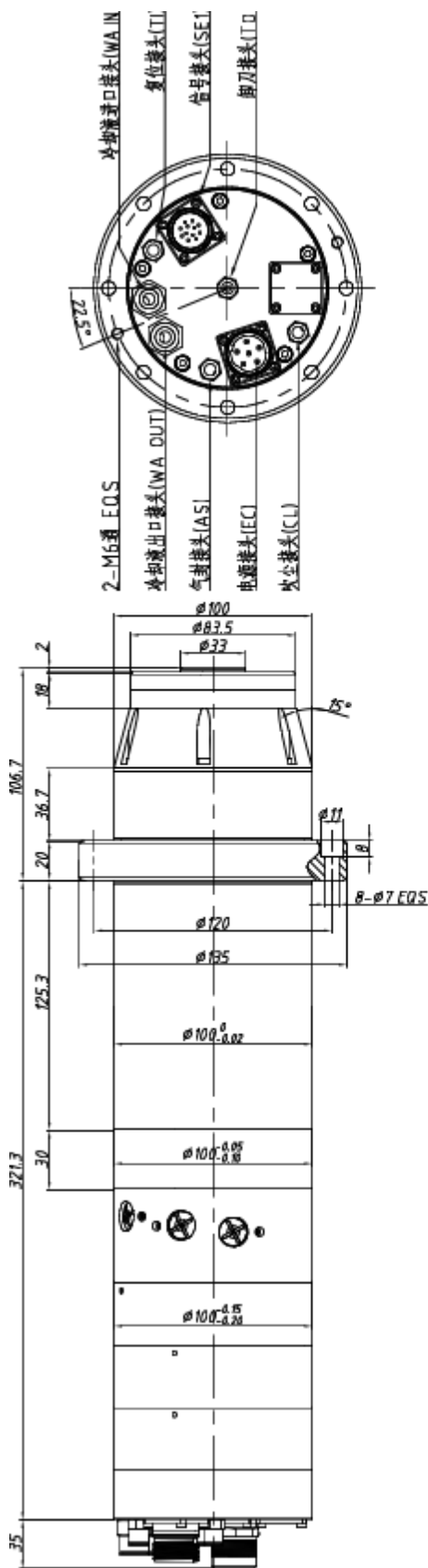
芯的颜色	信号/类型		
绿色	A+	标准TTL	
黄色	A-		
蓝色	B+		
红色	B-		
灰色	Z+		
粉红色	Z-		
棕色	5V		
白色	0V		

附录‘ 、接近开关

接近开关技术参数

余波，最大（Ue 的百分比）	10%
反极性保护	是
就绪延时 t_v ，最大	21 ms
工作电压 U_b	10...30 VDC
开关频率	5000 Hz
测量工作电压 U_e DC	24 V
测量工作电流 I_e	100 mA
电压降，静态，最大	2 V
迟滞 H ，最大（ S_r 的百分比）	15.0%
温度漂移，最大(S_r 的百分比)	10%
环境温度	-25°C ...+70°C
保护等级	IP 67
外壳材料	不锈钢
连接方式	电缆及插接器， 0.30m , PUR

附录 7 、 主轴外形图



说明: 1. 主轴连接刃柄接口形式为ISO25;

2. 主被动平衡等级为G1;

3. 主軸採用油脂潤滑陶瓷複合球軸承;

4. 主轴拉刀为 $2000 \times (1 \pm 10\%) \text{ N}$;

5. 最高转速3600rpm;

6. 主轴要求冷却机冷却能力, 1500KCal/h;

7. 洞式伸缩缝端部位移: $\leq 0.002\text{mm}$ (标准棒10mm处);

8. 主轴必须装上刀柄才可以高速运转。

1	脚踏充气头(TOI)	快速接头, 表 $\phi 6$ 管	脚踏充气头, 管与T区连接, 不随脚踏作压, 脚踏时通入0.55~0.6 MPa气压空气。
2	夹闭接头(ITI)	快速接头, 表 $\phi 6$ 管	脚踏通0.55~0.6 MPa气压空气, 用于气泵连接, 主阀在运输时要一直通入, 脚踏时暂时断开。
3	冲液液进口接头(WA IN)	快速接头, 表 $\phi 10$ 管	主泵体的液进口, 冲液液在液人口通入, 要求冷水, 冲液液流量 $3\sim 4\text{ L/min}$ 。
4	冲液液出口接头(WA OUT)	快速接头, 表 $\phi 10$ 管	主泵体的液出口, 冲液液在液出口排出。
5	气路接头(A/S)	快速接头, 表 $\phi 6$ 管	空气管路, 用于防止防止主泵体漏气, 通大气, 气压0.15 MPa, 脚踏时合闸时白油, 冲液不得停止供气。
6	夹闭接头(ICI)	快速接头, 表 $\phi 6$ 管	脚踏时夹闭, 防止液体在主泵体时漏出或冲液, 脚踏时开闭, 气压0.25 MPa, 能夹闭后关闭。
7	电液接头(EC)	快速接头, 表 $\phi 6$ 管	控制电磁阀, V, W, 电磁, 驱动主泵体6 pole。
8	脚踏充气头(SCI)	快速接头, 表 $\phi 6$ 管	脚踏ATC控制电磁阀, NPN接方式, 关信号, 管与主泵体2 pole。

附录 8 、主轴技术参数表

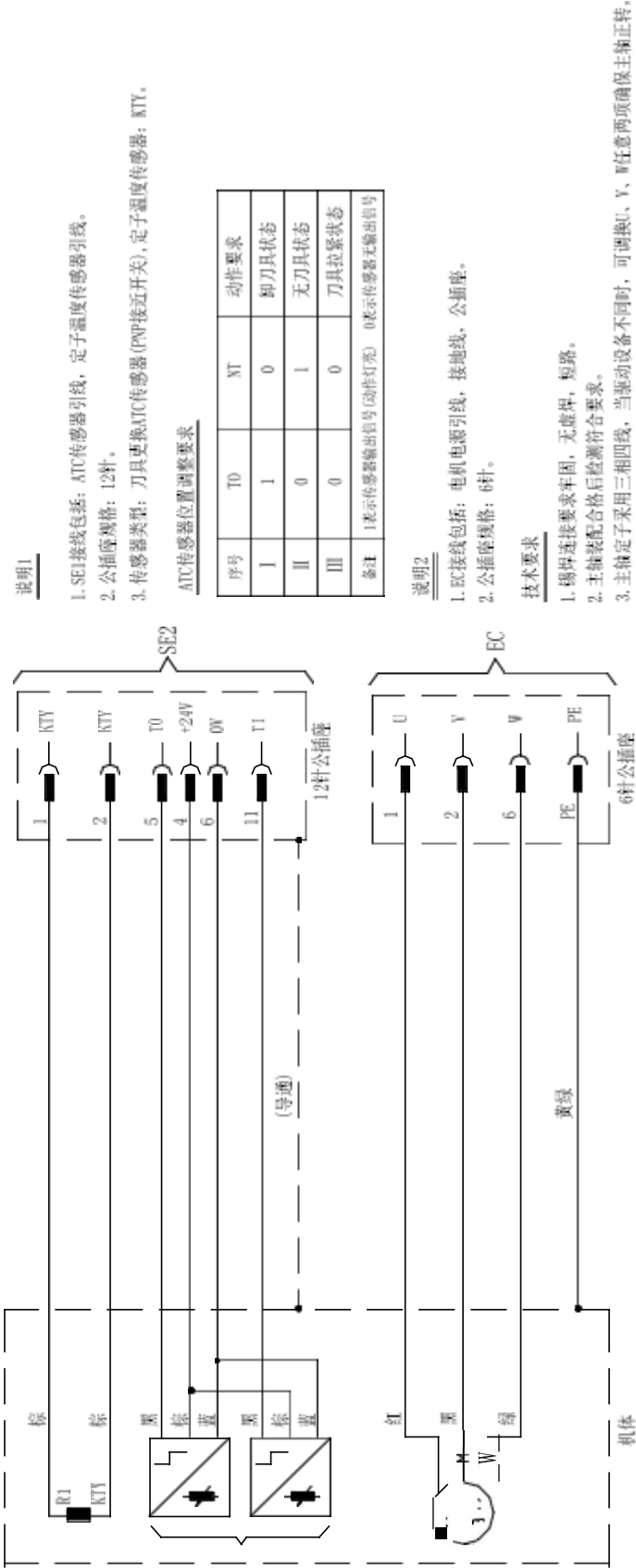
主轴型号	DGZX-10036 / 6.0D2-IPWS		
电机类型	异步感应	轴承润滑	油脂
最高频率	1200Hz	最高转速	36000 rpm
电压	380V	主轴重量	17. 4kg
额定频率	667Hz	额定转速	20000 rpm
额定功率 (S1-100%)	6kW	额定功率 (S6-40%)	9kW
额定电流 (S1-100%)	13A	额定电流 (S6-40%)	19. 5A
额定扭矩 (S1-100%)	2. 8Nm	额定扭矩 (S6-40%)	4. 3Nm
电机绕组绝缘电阻	$\geq 500 (M\Omega)$	电机绕组耐压试验 (V/M)	1500V/1 分钟耐电压试验
电机极数	4	定子测温传感器型号	KTY
刀柄接口	ISO 25	换刀方式	气缸换刀
松、拉刀信号	PNP 常开 (2 个传感器)	编码器	无

技术参数

1	气缸卸刀油压 (Mpa)	0. 55-0. 6
2	气缸复位气压 (Mpa)	0. 55-0. 6
3	吹尘气流量 (L/min)	80±20 (气压 0. 25MPa) (换刀时)
4	气封气流量 (L/min)	60±20 (气压 0. 15MPa) (工作时)
5	径向刚度 (N/ μm)	≥ 120
6	轴向刚度 (N/ μm)	≥ 60
7	轴端径向跳动 (mm)	$\leq 0. 002$ (测试棒 10mm 处) $\leq 0. 005$ (测试棒 70mm 处)
8	锥孔径向跳动 (mm)	$\leq 0. 001$
9	振动值 (mm/s)	$\leq 0. 8$ mm/s
10	外径 (mm)	$\Phi 100 (0/-0. 02)$
11	冷却液流量 (L/min)	3-4 (冷却压力 0. 25MPa)
12	刀柄拉紧力 (N)	2000 (1±10%)
13	卸刀时刀柄轴向位移 (mm)	0. 4-0. 6
14	冷却介质	水

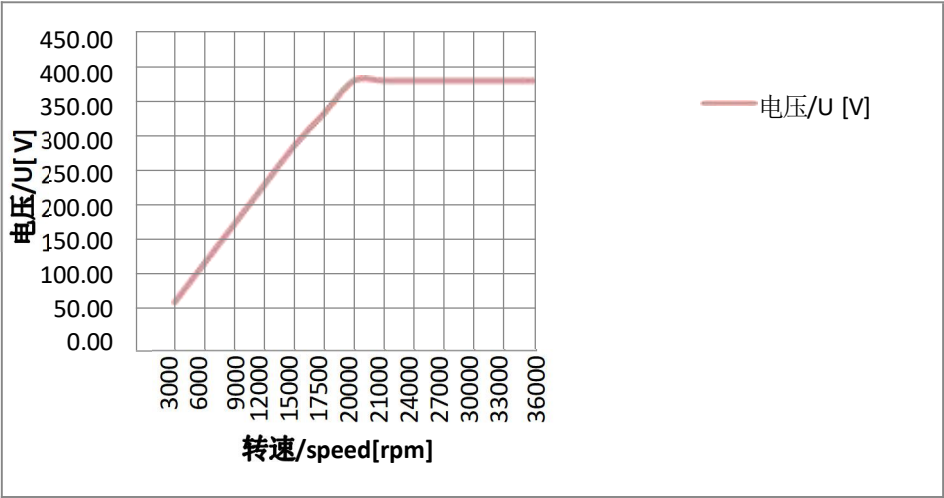
附录 9 、 主轴接线图

主轴外部引线之SE1及EC接线图

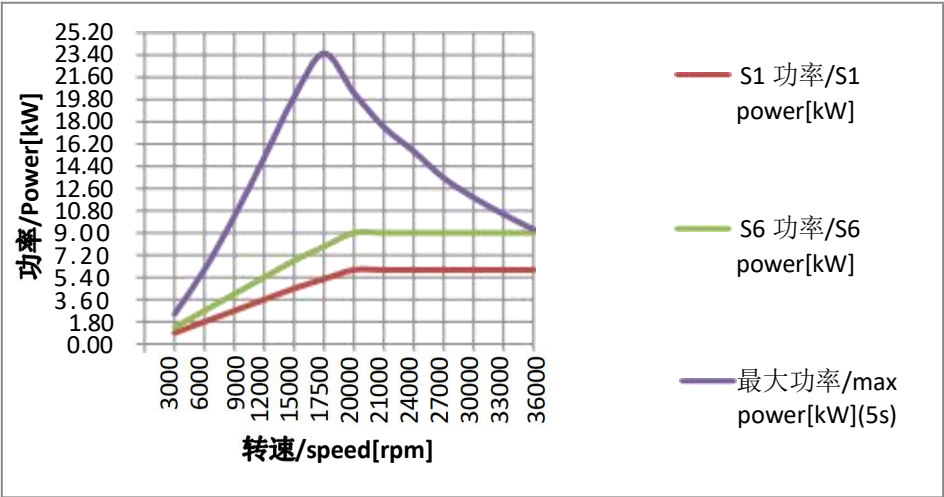


附录 10 、电机特性曲线

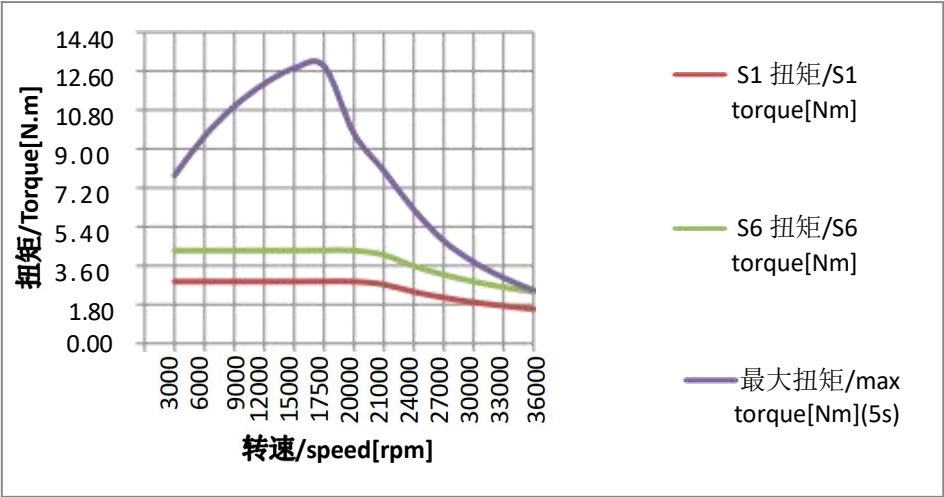
电压/转速（U/n）曲线



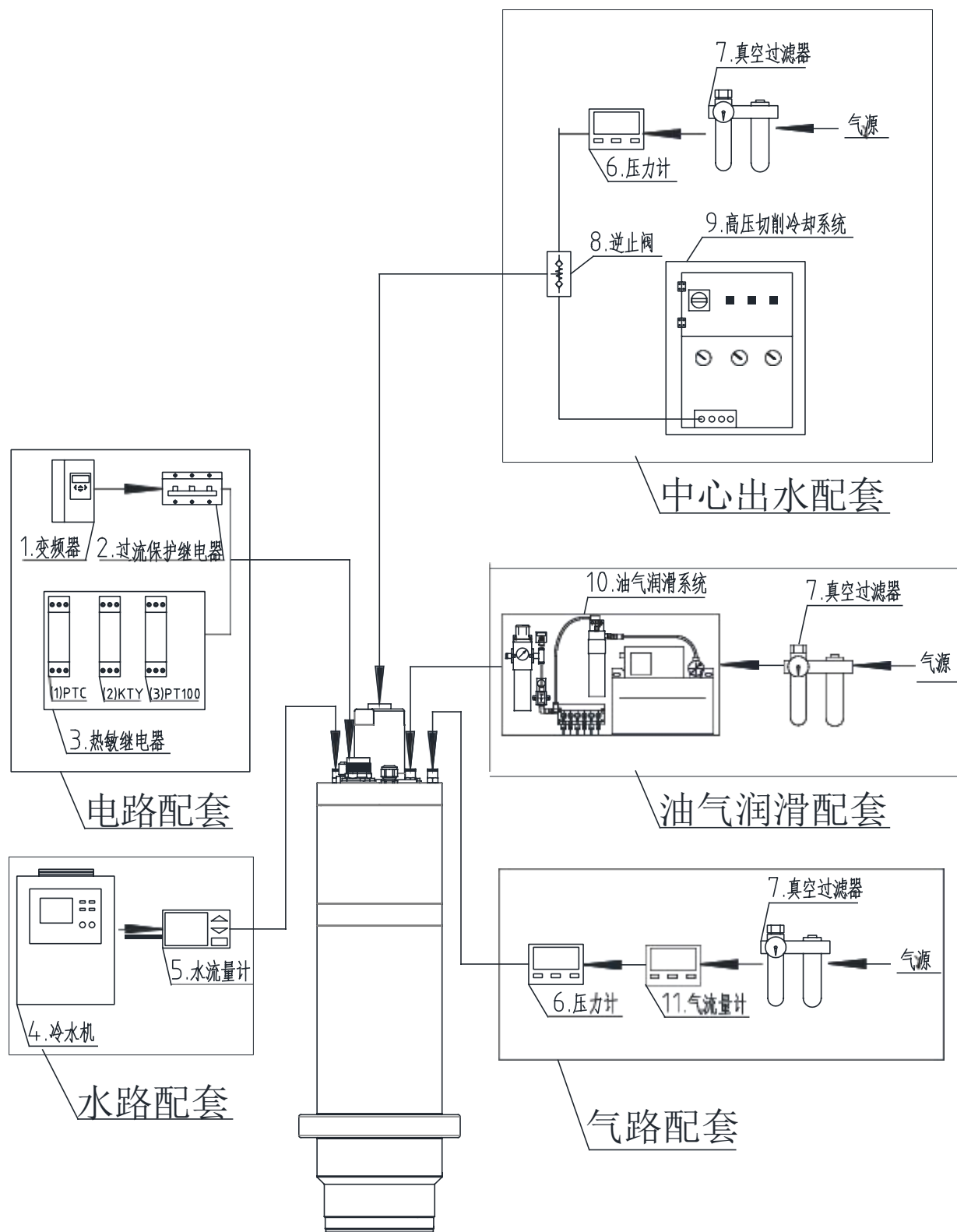
功率/转速（P/n）曲线



扭矩/转速（T/n）曲线



附录 11 、水气电配套设施





名称:	变频器
作用:	驱动主轴运转，监测电机状况，检测热敏等。
品牌型号:	台达变频器、西伯麦亚驱动器、CT 变频器等
参数:	功率、电压、电流、频率等。
选型依据:	变频器选择应根据主轴电机最大电压与功率决定，变频器电压应大于主轴电压，变频器功率应大于主轴最大功率。以 DGZX-12030/8.5-KFPWVS 为例，最大电压380V，功率为8.5kW，最大功率 10.2kW，则变频器选择电压 380V，功率大于



名称:	过流保护继电器
作用:	电流过大时自动断开，防止烧毁电机。
品牌型号:	Meilan Power D100A
参数:	最大承载电流；接线口数量（3p/4p）
选型依据:	最大断开电流应根据主轴最大允许电流与最大承受电流时间决定，继电器最大断开电流应高于主轴最大允许电流，断开时间应等于主轴允许最大电流通过时间。以DGZX-12030/8.5-KFPWVS 为例，最大允许通过电流为31A，允许最大电流持续时间为2s，则继电器应选择最大断开电流大于 31A，允许最大电流通过时间 等于2s 类型继电器。



名称:	KTY 热敏电阻继电器
作用:	温度过高时自动断开，防止电机过热。
品牌型号:	施耐德 TeSys LT3
选型依据:	热敏继电器选择应根据主轴具体热敏电阻类型以及主轴要求最大热敏电阻阻值决定。



名称:	PT100 温度监视继电器
作用:	温度过高时自动断开，防止电机过热。
品牌型号:	ABB CM-TCS.23S
选型依据:	热敏继电器选择应根据主轴具体热敏电阻类型以及主轴要求最大热敏电阻阻值决定。

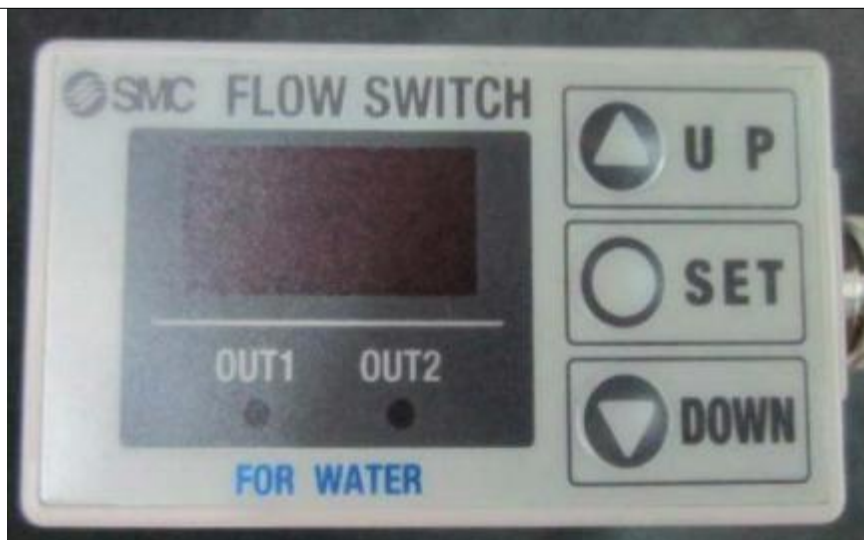


名称:	PTC 热敏电阻继电器
作用:	温度过高时自动断开，防止电机过热。
品牌型号:	ABB CM-MSE 24VAC
选型依据:	热敏继电器选择应根据主轴具体热敏电阻类型以及主轴要求最大热敏电阻阻值决定。以DGZX-10036/3.5-IFPWVS 为例，热敏电阻类型为PTC，正常工作热敏电阻阻值要求小于等于 $550\ \Omega$ ，则热敏继电器选择 PTC 热敏电阻继电器，最大断开阻值应大于 $550\ \Omega$ 。



名称:	冷水机
作用:	保证冷却介质的流量充足、温度稳定。
品牌型号:	RUCOL RCW-20P
报警压力、温度:	XX MPa（扬程或压力），XX℃，必须接入机台PLC 进行监控。
具备功能:	水压不足，温度过高，均需报警，必须接入机台PLC 进行监控。
选型依据:	冷水机选择应根据主轴冷却流量与冷却温度决定，冷水机冷却最

大流量应大于主轴要求冷却流量,工作温度应符合主轴要求的冷却温度,制冷能力应大于主轴功率的20%。



名称:	水流量计
作用:	监控冷却介质流量。
品牌型号:	SMC PF2W720T-00-27N
报警流量:	XX L/min(水流量不低于主轴推荐水流量, 主轴推荐水流量可参考主轴说明书中技术参数表), 必须接入机台 PLC 进行监控。
选型依据:	水流量计所能监控最大流量应大于冷水机流量。



名称:	压力计
作用:	监测安全气压。
品牌型号:	SMC ISE40A-01-R
报警气压:	XXX MPa(气压不得低于主轴最低推荐气压, 主轴推荐气压可参考主轴说明书中技术参数表), 必须接入机台 PLC 进行监控。

选型依据:	可监控流量范围应覆盖主轴正常工作气压。
-------	---------------------



名称:	真空过滤器
作用:	三级过滤气源中水、油等杂质。
品牌:	SMC 三联件F.R.L.、SMC 空气干燥器 IDG50A-03
滤芯型号:	af30p-060s (5um) 预过滤器的流体、水) afm30p-060as (0.3um) 凝聚过滤器除油) afd30-f03d (0.01um) 活性炭去除油蒸汽)
滤芯更换周期:	4 个月内更换一次为宜, 排水周期 1 月为宜。
选型依据:	通入主轴气流要求过滤精度 $<1\mu\text{m}$, 含油量 $<0.01\text{mg}/\text{m}^3$, 固体颗粒 $<1\mu\text{m}$ 。



名称:	逆止阀
作用:	切换水气, 保证加工所需水气

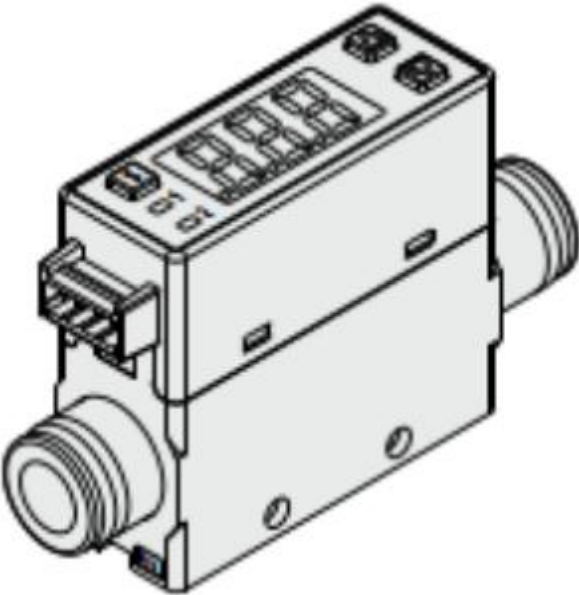
品牌:	DETER ORS01/3
选型依据:	单向切换高压水气，最大承受压力大于主轴使用的压力，如目前 中心出水电主轴水压 0.5-6MPa，所以承受水压超过6MPa。



名称:	高压切削冷却系统
作用:	提供最大水压超过 6MPa 的中心出水用高压水
品牌型号:	胤凯精密机械（上海）有限公司 PJ-30M-70F
选型依据:	高速切削液冷却系统提供压力应大于主轴所需压力。以 DGZX- 12030/8.5-KFHWVS 为例，使用水压范围 0.5-6MPa，则 高压切削液冷却系统可提供水压应高与该水压。



名称:	油气润滑系统
作用:	提供油气润滑主轴油气
品牌型号:	SKF OLA8- 1B6BB..
容量:	3L
选型依据:	主轴装配轴承内径、轴承厚度并结合实际使用情况，确定油气润

	滑所需油量，通常取 120-180 立方毫米/小时。(计算公式 $Q=w \times d \times B$ (Q =用量(立方毫米/小时) w =系数=0.01 毫米/小时 d =轴 承内 径(毫米) B =轴承宽度(毫米))
	
名称:	气流量计
作用:	监测是否堵塞。
品牌型号:	SMC PF2A721-03-27
报警流量:	XXL/min，必须接入机台 PLC 进行监控。
选型依据:	可监控流量范围应覆盖主轴正常工作流量。

名称:	气源
作用:	保证主轴正常运转及转换
气压:	中心出水配套 0.25MPa，油气润滑配套 0.5-0.7MPa，气路配套 0.6MPa
选型依据:	根据主轴使用需要进行选取适当压力气源。