**盘锦市企业科技创新需求信息表**

**盘锦市产业技术创新和研发基地建设工程中心**

**市创研中心（简称）**是根据《中共盘锦市委办公室关于印发<市直公益性事业单位优化整合方案>的通知》（盘委办发〔2018〕40号）要求，由市科技局下属五个事业单位，市科协、市人社局各一个共计七个事业单位整合而成，为市政府直属的正县级事业单位。

**中心的主要职责:**

（一）开展为产业技术创新与研发基地重点企业、重点项目提供政策咨询、立项指导、协调调度等全程服务。

（二）围绕全市产业技术创新需求，开展战略研究、技术研发、成果转化、创新布局、人才集聚、知识产权保护及科技金融等协调服务工作。

（三）开展区域创新体系建设、科技人才队伍建设相关服务工作。

（四）开展科技信息资源服务和科研资源共享服务工作。

（五）开展科技统计分析工作和科学普及服务工作。

（六）开展技术市场发展和技术转移服务工作。

（七）开展全市对外科技合作与交流服务工作。

中心内设8个科室为企业科技创新全过程开展服务。

联系人：祝贺成

联系电话：0427-2824254/18242780909（微信同步）

email：1437266036@qq.com

**辽宁中蓝电子科技有限公司简介**

辽宁中蓝电子科技有限公司成立于2011年10月，位于盘锦高新技术产业开发区电子产业园，注册资本8328万元人民币。公司主要定位于移动设备摄像头用超小型自动对焦马达和镜头的设计开发、生产制造与市场营销，现已成为东北高端手机器件领军企业，主要客户包括华为、小米、OPPO、魅族等知名手机品牌。目前，中蓝电子已进入全球VCM马达最具竞争力企业前10强。

公司曾相继获得高新技术企业、全国厂务公开民主管理先进单位、全国工人先锋号、全国劳动关系和谐企业、全国模范职工之家、全国文明单位、省级企业技术中心称号、省级工程技术研究中心、省级产业技术创新平台、辽宁名牌产品、辽宁省智能制造试点示范标杆企业、辽宁省省长质量奖、辽宁省瞪羚企业、辽宁制造等多项荣誉称号。

多年来，中蓝电子坚持人才引进战略，陆续从国内外知名企业华为、三星及LG引进一批研发人员，先后自主研发设计出多款马达及镜头系列产品。公司现已在北京、上海、苏州、深圳及台湾等地设立分公司，将吸引高端人才充实我公司的研发创新团队。截止目前，公司共计申请产品及设备专利300余项，预计到2023年申请产品及设备专利将达700项。

为加速企业发展，推动产业集聚，盘锦市高新区与中蓝电子联合投资兴建的电子产业园一期实现了马达、镜头短供应链的生态产业基础，得到了客户的青睐和供应商的认可，产业园现已引进国内外多家智能手机核心部件生产商，分别从事马达项目、镜头项目、SZP项目、磁石加工项目、机器人项目、精密绕线项目及注塑成型项目。为进一步提升企业发展质效，占领技术和规模的制高点，公司联合盘锦高新区投资兴建中蓝光学电子产业基地项目。该项目计划建设投资18亿元，占地面积457亩，建筑面积43万平方米，共分两期建设，一期项目建设投资6.9亿元，预计2021年6月投入使用，一期全部达产后，将形成5亿颗对焦马达、5亿颗光学镜头的生产规模，预计可实现销售收入50亿元。基地全部建成达产后，预计可实现销售收入100亿元，解决就业10000人，成为东北最大的智慧化光学电子产业基地。

技术需求表1

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | DOE设计和工艺研究  (diffractive optical element) |
| **学科方向** | 光电信息科学与工程 |
| **技术描述** | 衍射光学元件中，可通过位置、槽宽与槽深及槽形结构的改变产生任意波面，大大增加了设计变量，从而能根据设计需求灵活的调控相位、波前等的分布，有效提升成像品质。因此，我司对带有衍射光学元件的屏下指纹识别镜头进行了研究，以满足客户对于降低手机厚度的设计需求。 |
| **问题点** | 加工及测量方式研究 |
| **需解决问题** | 加工和测量技术开发 |

技术需求表2

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | zoom lens研究 |
| **学科方向** | 光电信息科学与工程 |
| **技术描述** | 目前高像素的拍照手机大多都是定焦距的,缺少了光学变焦,人们希望手机镜头也可以达到同照相机镜头相当的使用效果。低成本、高变焦比、高像素数的光学变焦手机摄像镜头是当今市场的发展趋势。Zoom lens 将解决传统相机机械式（伸缩镜头）变焦方式，光学变焦方式更快捷，降低制造成本，便于携带。 |
| **问题点** | 驱动形式研究,加工及检测技术研究 |
| **需解决问题** | 驱动研究，光设研究，加工及检测技术 |

技术需求表3

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 自由曲面相关研究 |
| **学科方向** | 光电信息科学与工程 |
| **技术描述** | 所谓的自由曲面（FREE-FORM）技术即用于非对称复杂光学设计表面加工的技术。随着手机镜头行业双摄多摄的开发，广角镜头的需求日渐增多。我司针对广角镜头产生的各种性能问题，采用自由曲面设计会使光学性能达到最佳状态。主要解决问题:大FOV,小TTL ,小F/#。 |
| **问题点** | 加工及测量方式研究 |
| **需解决问题** | 加工和测量技术开发 |

技术需求表4

|  |  |
| --- | --- |
| 技术需求名称 | 自由曲面模仁加工 |
| 学科方向 | 光学、超精密加工 |
| 技术描述 | 采用x,y多项式的自由曲面加工，不同于传统非球面的模仁加工，自由曲面是非旋转对称面型，加工难度更大。同时模仁测试也与常规非球面不同，为了保证测试精度，需要购买专门的测试软件，同时采样大量的点，需要花费更多时间 。 |
| 问题点 | 测量软件受限，量测数据再现性差。  自由曲面补正系数再生成。 |
| 需解决问题 | 加工工艺优化  数据分析  测量软件编写  补正软件编写 |

技术需求表5

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 变焦镜头 |
| **学科方向** | 光学、机械、  电气制造及其自动化 |
| **技术描述** | 变焦镜头是在一定范围内可以变换焦距,从而得到不同宽窄的视场角、不同大小的影象和不同景物范围的照相机镜头。这种镜头可以减少传统意义上的多镜头配置，将长焦镜头、广角镜头融合，甚至可将主摄镜头合并化。  现在已上市的手机多为潜望式长焦镜头，只能通过与广角镜头的配合，达到变焦效果。此种设计需要双镜头及双芯片的搭配实现变焦，成本上、体积上都有弊端。  变焦镜头的研发可以有效解决此类问题。此项研发将通过物理驱动方式或者光学液态镜头等方式达到变焦效果。 |
| **问题点** | 与普遍性镜头参数需求一致。 |
| **需解决问题** | 利用马达或压电传感器的驱动使镜片组移动达到变焦或利用液态镜头的自身形变特征达到变焦效果。 |

技术需求表6

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 基于镜片/镜筒配合，模拟镜片状态&离焦曲线 |
| **学科方向** | 光学设计结合、  机械仿真 |
| **技术描述** | 1、使用3D软件模拟出Lens在Barrel中的实际形状变化  2、根据Lens的形变量，使用zemax/code v等光设软件模拟出离焦曲线的变化 |
| **问题点** | 1、使用3D软件与光学仿真软件相结合  2、设计/结构设计上推断出实际生产的问题点 |
| **需解决问题** | 1、熟练使用模拟镜片状态所用的软件；  2、保证模拟结果与实际结果一致性、准确性；  3、将镜片状态（实际形状）代入到光学设计软件中分析离焦曲线变化 |

技术需求表7

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 用于手机摄像头的无磁式小型驱动器的设计 |
| **学科方向** | 压电陶瓷应用设计、MEMS设计、  其它新驱动技术应用设计 |
| **技术描述** | 随着手机拍摄功能的增加和像素点的提升，对无磁式、大推力、小体积、多轴运动等需求的增加，基于形状记忆合金（SMA）可满足要求的多种新需求，我司确定开发基于形状记忆合金（SMA）技术的微型驱动器。主要问题是形状记忆合金（SMA）的应用设计、驱动控制。 |
| **问题点** | 小体积、大推力、大位移。 |
| **需解决问题** | 1、负载重量：10g以上；  2、运动方向：关于X轴和Y轴的两轴独立旋摆运动；  3、运动位移量：≥±8°；  4、其它参数根据具体设计再定 |

技术需求表8

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | Driver IC等传感器ICT测试装置 |
| **学科方向** | 机械设计、机械电子、信号传输通信 |
| **技术描述** | 自制检测治具，通过I2C访问Driver IC内部目的地址，通过read该寄存器内的值进行对比，确认PIN脚功能性OK。同时，通过自制外部电阻检测电路读出，PIN脚阻值，进行对比计算，最终在显示界面判定OK or NG。额外要求：可以一对多，并在显示界面同时显示这几颗的判定状态。 |
| **问题点** | 检测装置可以检测pcb是否导通、虚焊等不良 |
| **需解决问题** | 开发出测试机构硬件以及所对应软件部分 |

技术需求表9

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 一种电机不同方向测试机构 |
| **学科方向** | 机械设计、机械电子、信号传输通信 |
| **技术描述** | 设计制作一种检测机构，将微型电机安装于机构上，机构带动电机可以做360度旋转，在任意旋转角度停止并对微型电机进行功能特性参数测试，通过PC端输出所测试数据 |
| **问题点** | 机构旋转可任意角度停止并进行微型电机功能特性测试；电机旋转到所需测试位置后需要自动自锁。测试期间机构无振动产生 |
| **需解决问题** | 开发出测试机构硬件以及所对应软件部分，（不包括电机测试软件） |

技术需求表10

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 用于摄像驱动的MEMS小型驱动器的设计 |
| **学科方向** | 压电陶瓷应用设计、  MEMS设计、  其它新驱动技术应用设计 |
| **技术描述** | 随着手机拍摄功能的增加和对画质要求的提升，对高精度、快响应、小体积、无磁干扰、多轴运动等需求的增加，现有电磁式驱动器已无法满足相关需求，基于MEMS的诸多相关优点可满足以上新需求，我司确定开发基于MEMS技术的微型驱动器。 |
| **问题点** | 1、高精度、快响应、小体积、多轴独立运动、信号线的引出。  2、MEMS驱动器的设计  3、动子与定子间诸多信号线（20以上）的引出 |
| **需解决问题** | 1、负载重量15mg左右；  2、运动方向：至少满足关于X、Y、Z的平移和转动的6个方向中的3个以上；  3、响应频率800Hz以上，  4、定位精度≤1μm；  5、其它参数根据具体设计再定 |

技术需求表11

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 治具跌落偏移测试设备 |
| **学科方向** | 机械设计、机械电子、  信号传输通信 |
| **技术描述** | 通过测试反馈手段，测试治具在跌落的过程中是否发生偏移（跌落撞击瞬间不是面接触，而是一个角先落地），可以在发生大的偏移时，报警提醒操作员设备有故障。同时，记录下哪个角落先撞击次数多，同时输出在上位机界面上，达到一个实时显示的功能，并能自动统计每次实验治具撞击角落的频次。 |
| **问题点** | 开发出测试机构硬件以及所对应软件部分 |
| **需解决问题** | 检测装置可以检测所进行测试治具过程中是否存在倾斜 |

技术需求表12

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 阻尼胶状态监测装置 |
| **学科方向** | 机械设计、机械电子、信号传输通信 |
| **技术描述** | 通过自制测试装置，在动件和定件间点阻尼胶（要求可以定胶量并且动件重量有要求），给动件输入一个变频正弦激励源，分别加载不同振幅、不同频率的正弦（振幅频率可以控），计算在撤去激励源后，动件稳定下来的时间。测试结果及设定参数可以显示在界面上，并且可以保留之前测试参数（断电数据不会丢失），进行对比判定，NG进行声光报警。 |
| **问题点** | 开发出测试机构硬件以及所对应软件部分 |
| **需解决问题** | 检测装置可以检测对应抖动稳定时间 |

技术需求表13

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 镜片成型工艺 |
| **学科方向** | 注塑成型和仿真模拟 |
| **技术描述** | 仿真软件模拟成型工艺对Lens尺寸的影响 |
| **问题点** | 1、需设计与实际相结合，减少工艺调整时间，提升效率  2、需能够针对成型的问题点快速分析解决 |
| **需解决问题** | 1、软件模拟注塑工艺，如速度/保压/温度对产品结构和尺寸的影响  2、软件模拟镜片成型过程中Lens内部的均匀性与局部差异性  3、使用软件模拟成型速度/压力/时间/温度等工艺对镜片面型/外径/亚斯的影响  4、软件模拟镜片成型过程中Lens内部的均匀性与局部差异性 |

技术需求表14

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 镜筒在实验及组立状态中的静动态分析 |
| **学科方向** | 有限元仿真模拟 |
| **技术描述** | 镜头信赖性试验分析模拟及镜头组立镜片镜筒  受力状态 |
| **问题点** | 目前实际试验后方可确认到有无问题，需求可在实物产品未生产出来前对产品进行模拟，提前对镜头的品质进行分析，提供结构优化方向可缩短产品后结构优化时间。 |
| **需解决问题** | 1、模拟镜头随机跌落镜头受力情况  2、模拟镜头高温高湿镜头变化情况  3、静力学：模拟镜头组立过程中镜片、镜头受力状态，变形清状况，及其参数设置原理。  4、瞬态跌落：模拟镜头随机跌落状态、变形清状况，及其参数设置原理。  5、镜头高频振动分析。 |

技术需求表15

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 软件编程 |
| **学科方向** | 计算机应用及软件 |
| **技术描述** | 1、熟练使用C#/C++开发语言，Python等相关编程软件  2、根据设备机构和运控需求编写软件功能急模块  3、编写软件核心代码，并提供源代码和培训资料 |
| **问题点** | 1、现有旧设备的运动控制软件和相机视觉算法软件BUG的排查解决和优化升级  2、开发新设备根据设备逻辑原理进行软件开发，把设备运动控制与相机视觉算法合并来编写软件达到设备工艺的需求 |
| **需解决问题** | 1、新设备软件根据需求开发，设计编程；  2、解决设备开发中发现的软件问题；  3、解决旧设备的软件bug问题和升级 |

技术需求表16

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | SMA(形状记忆合金)线材驱动 |
| **学科方向** | 金属材料、工程力学、材料力学、机械设计 |
| **技术描述** | 研究超细直径SMA线材（直径25/30/40/50um或厚度10/15/20/25/30um）对其物理特性进行研究；在材料特性物理研究的基础上，研究如何通过电信号（电流、电压等）对其进行高效驱动。 |
| **问题点** | 开发SMA线材的驱动电路、驱动控制板、驱动IC |
| **需解决问题** | 开发SMA线材的驱动电路、驱动控制板、驱动IC |

技术需求表17

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 材料特性研究 |
| **学科方向** | 注塑成型结合仿真模拟 |
| **技术描述** | 不同材料成型后尺寸差异分析/使用仿真软件分析不同工艺 |
| **问题点** | 1、需求通过仿真分析结构设计缺陷  2、需求分析产品设计与实际差异，在设计过程中预防问题的发生，提升效率 |
| **需解决问题** | 1、根据PC材料特性，成型工艺模拟的产品尺寸与实际产品尺寸差异  2、模拟出产品内部成型缺陷和设计缺陷  3、根据PC材料特性，成型工艺模拟的产品尺寸与实际产品尺寸差异，模拟结果需要与实际结果具有一致性、准确性、对应性，外径差异小于0.5um，面型/亚斯差异小于0.2um；  4、模拟出产品内部成型缺陷和设计缺陷 |

技术需求表18

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 高精密多射注塑成型模具设计与应用 |
| **学科方向** | 模具设计、高分子材料 |
| **技术描述** | 研究微电子领域高精度、高强度多射成型模具设计，要求成型尺寸精度±10um，并且在同一零件上面多种材料（金属、塑料、橡胶等）一同成型，并在比如摄像头马达与镜头相关零部件上进行实际应用。 |
| **问题点** | 1、根据摄像头驱动马达的要求，开发适合多种材料一体成型的塑料、橡胶、其他高分子弹性体材料等等；  2、研究多种材料一体注塑成型的方法；  3、结合摄像头驱动马达的部件要求，开发高精度多射模具以及注塑成型工艺。 |
| **需解决问题** | 1、根据摄像头驱动马达的要求，开发适合多种材料一体成型的塑料、橡胶、其他高分子弹性体材料等等；  2、研究多种材料一体注塑成型的方法；  3、结合摄像头驱动马达的部件要求，开发高精度多射模具以及注塑成型工艺。 |

技术需求表19

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 材料分析 |
| **学科方向** | 金属材料数据分析 |
| **技术描述** | 金属材料热处理后，加热、受热不均衡，致使模板收缩不均，影响模具稳定性。 |
| **问题点** | 镜片、镜筒等产品，成型过程中尺寸数据不稳定。影响产品良率。 |
| **需解决问题** | 数据分析、汇总。提出对策，提升模具稳定性，改善产品品质。 |

技术需求表20

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 金属热处理 |
| **学科方向** | 物理-金属材料 |
| **技术描述** | 金属热处理，提升表面或内部的显微组织结构性能。 |
| **问题点** | 金属原料不做热处理，表里组织结构不稳定，影响模具精度。最终导致产品品质不稳定，影响良率。 |
| **需解决问题** | 1、懂热处理加工原理，熟悉热处理加工工艺，会操作热处理设备。  2、厂内金属材料自行热处理 |

技术需求表21

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | SMA(形状记忆合金)线材变形机理及其力学模型 |
| **学科方向** | 金属材料、工程力学、  材料力学、机械设计 |
| **技术描述** | 对记忆合金材料物理特性进行研究，探索各类记忆合金材料温度（电流）、应力、应变三者的关系；在各种条件下内部结构发生的微观变化及其变化的机理；在材料物理特性研究的基础上，建构材料温度、应力、应变的力学本构方程，应用有限元方法对材料在各种工况下的变形与受力、疲劳寿命等进行模拟仿真 |
| **问题点** | 1、给出材料温度、应力、应变特性曲线；  2、结合商业有限元软件开发记忆合金材料适用的单元类型，并对实际工况进行试验与仿真对比（可以针对特定形状记忆合金材料，比如SAES公司开发的直径为25um/30um的材料，在电流驱动下发生收缩与拉伸）。 |
| **需解决问题** | 1、给出材料温度、应力、应变特性曲线；  2、结合商业有限元软件开发记忆合金材料适用的单元类型，并对实际工况进行试验与仿真对比（可以针对特定形状记忆合金材料，比如SAES公司开发的直径为25um/30um的材料，在电流驱动下发生收缩与拉伸）。 |

技术需求表22

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 模流仿真与实际成型差异 |
| **学科方向** | 模具、高分子材料、  材料力学 |
| **技术描述** | 对模流仿真后结合线位置及拉力与实际成型产品差异过大，明确差异点，并对其进行改善，保证全穴产品状态接近。 |
| **问题点** | 模流仿真； |
| **需解决问题** | 找出仿真与实际差异点 |

技术需求表23

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 小型驱动器用高耐磨性、高硬度、低噪音材料项目 |
| **学科方向** | 压电陶瓷应用设计、MEMS设计、  其它新驱动技术应用设计 |
| **技术描述** | 随着手机拍摄功能的增加和信赖性要求的增加，手机摄像驱动器的结构设计方式以及所用的材料使用要求也发生了变化，基于此，我司需寻找或开发可以满足要求的新型材料，要求高耐磨性、高硬度、低噪音。 |
| **问题点** | 高耐磨、高硬度、低噪音。 |
| **需解决问题** | 材料类型不限，高分子材料、合成材料、金属材料等类型材料都可，只需满足以下特性即可：  1、高耐磨性：50N力加载、1mm²接触面，反复摩擦1百万次，不可有＞2μm的掉屑；  2、高硬度: 0.8\*0.8\*3mm体积，以上条件摩擦，不可有＞3μm的变形或磨损坑；  3、低噪音：以上方式运动，摩擦运动噪音≤20dB  4、摩擦系数对使用场景适当；  5、其它特性根据使用场景的具体情况再定 |

技术需求表24

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 阻尼胶材料特性与性能的研究 |
| **学科方向** | 高分子材料、工程力学、材料力学 |
| **技术描述** | 对阻尼胶材料特性参数进行研究，研发出阻尼胶特性参数测试方法及设备，研究阻尼胶在清洗后，其内部结构发生的微观变化与宏观表现；研究不同点胶状态下的胶水固化后拉伸至断裂的应力、应变特性曲线。 |
| **问题点** | 阻尼胶特性参数（复数弹性率、储藏弹性率、损失弹性率、损失正接）、应力、应变特性曲线； |
| **需解决问题** | 研发出阻尼胶特性参数测试方法及设备；给出阻尼胶在清洗后其内部结构发生的微观变化与宏观表现；给出胶水固化后拉伸至断裂的应力、应变特性曲线，汇总普遍规律性，给产品结构设计提供指导。 |

**盘锦辽河油田天意石油装备有限公司**

盘锦辽河油田天意石油装备有限公司成立于2002年，公司占地面积70000平方米，现有研发设计办公楼一座，建筑面积1050平方米；公司厂房面积为17000平方米，分为顶驱装配车间、维修车间、电控车间、新技术研发车间、库房等。现有从业人员360人，其中技术研发工程师55人，质量控制工程师30人，服务工程师160人分别在俄罗斯、委内瑞拉、伊拉克、苏丹、伊朗、缅甸、加蓬、哈萨克斯坦等国外和国内油气田项目进行顶驱服务。

公司专门致力于顶部驱动钻井装置的研发、设计、制造与服务，拥有顶驱专业技术人员、服务人员，拥有先进生产制造能力，掌握顶驱专利技术，不断打造核心竞争力，并与国内外先进企业合作，已经发展成为科技领先、技术成熟、服务体系完善的顶驱专业制造企业。公司生产的顶驱主要型号有：DQ90Ⅰ(750T)、DQ70(500T)、 DQ50Ⅰ(350T)、DQ50Ⅱ(350T加强型)、DQ40X(250T斜直钻机专用型)、DQ40A(250T海洋钻修平台、车载钻机专用型)、DQ40LA低温型顶驱及液压顶驱。 近几年，随着顶驱业务的发展，公司还开发研制了旋转导向钻井系统，顶驱下套管装置，铁钻工及自适应钻杆扭矩控制系统，分别用于石油钻井不同阶段。

**公司主要业务：**

1.顶驱的生产和销售；

2.顶驱租赁业务；

3.各品牌顶驱的现场技术服务与维修；

4.石油相关设备的开发研制。

技术需求表25

|  |  |
| --- | --- |
| **技术需求名称** | 井下无线电磁双向短传技术 |
| **学科方向** |  |
| **技术描述** | 目前国内比较成熟的无线短传技术只能将传感器的信息跨井下马达传给MWD,再由MWD传送到地面，不能实现双向通信。  在现使用的无线短传系统中, 用两个绕有线圈的磁环作为发射和接收装置,这两磁环分别装在近钻头的位置和井下马达或钻挺的上部位置,在近钻头附近的是发射线圈,在井下马达或钻挺上部的是接收线圈。 |
| **问题点** | 在地质导向系统中近钻头传感器和MWD被井下马达隔开,传感器无法用线缆与MWD连接,因此要实现传感器及MWD之间得信号互传只能通过无线通讯的方法。  无线电磁短传是通过电磁方法建立的一个无线传输的信号通道,该信道的传输距离一般在数十米的范围内。无线电磁短传的主要特点是:1)传输信号的频带宽、数据的波特率相当高(相对于MWD的传输速率而言);2)信号传输所需的功率相当低,通常仅有几瓦特。 |
| **需解决问题** | 主要技术指标:  工作环境：150℃  信号发射功率4W;  传输信号的频带宽度20kHz;  传输数据速率50Ob/s。 |