中国石油天然气管道局

“油气田与管道无人机技术应用交流会”汇报材料



油气管道无人机应用实践

中国石油天然气管道局

2017年3月



汇报人：

郭树森

汇报要点

1. 管道无人机技术简介
2. 管道无人机测绘应用系统
3. 管道无人机巡检应用系统
4. 管道无人机应急抢险应用系统
5. 管道无人机培训系统
6. 管道无人机技术汇总与建议

我国长输油气管道总长度已接近12万多公里，全国油气集输管道和长输管道总长度接近60万公里，这巨大且复杂的管道系统的运营维护和安全管理是关系到国家能源生产和民生的大事。

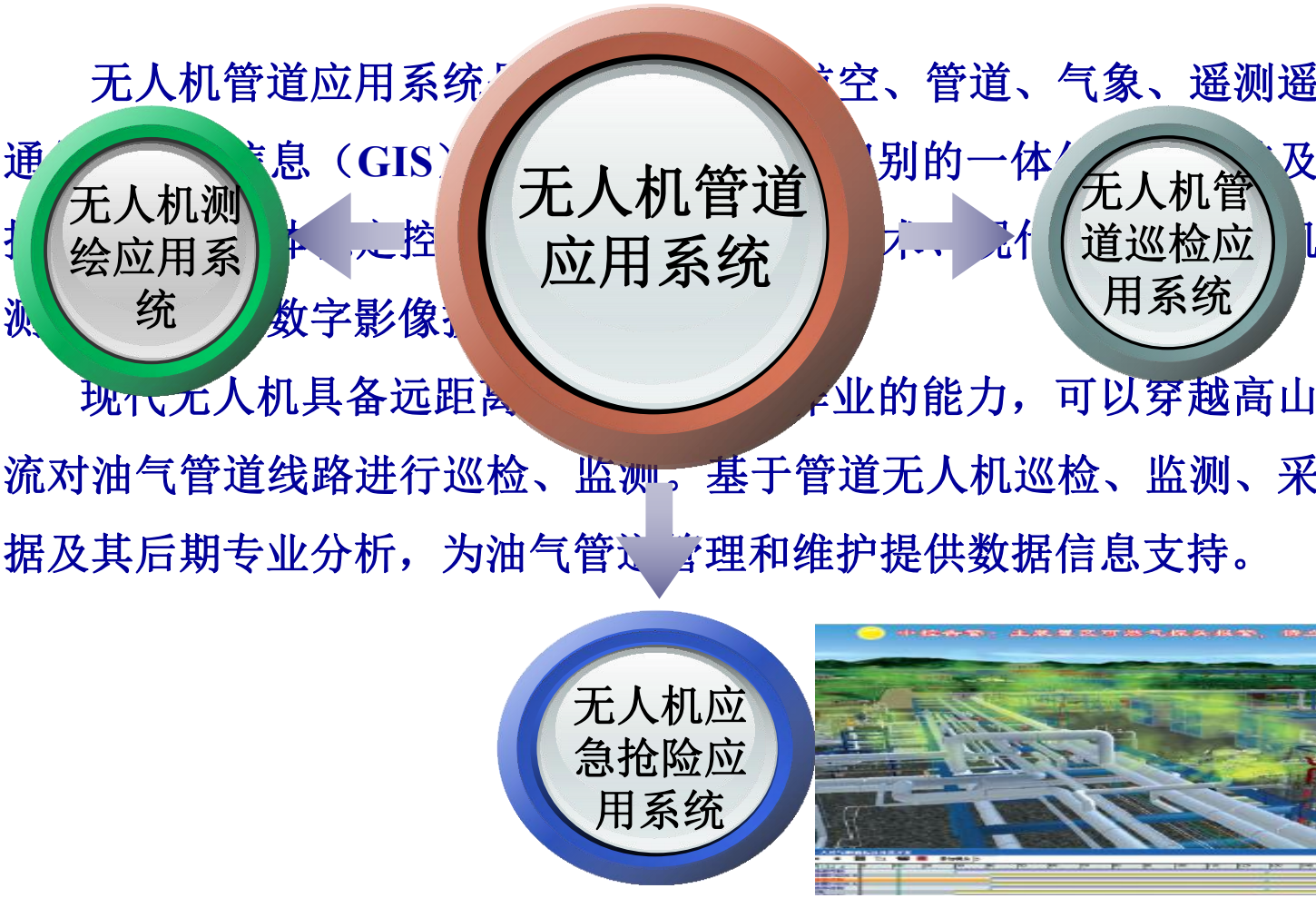
近年来，随着无人机及其相关技术的快速发展，作为一种新的技术手段和工具，为油气管道的运维和安全管理提供了很好的技术平台和基础。无人机管道技术应用主要包括：管道测绘应用技术、管道巡检应用技术、管道应急抢险应用技术等几大方面。



管道无人机应用系统

无人机管道应用系统[illegible]空、管道、气象、遥测遥感、通[illegible]息（GIS）[illegible]别的一体[illegible]及飞行[illegible]控[illegible]载遥测[illegible]数字影像[illegible]

现代无人机具备远距离[illegible]业的能力，可以穿越高山、河流对油气管道线路进行巡检、监测。基于管道无人机巡检、监测、采集数据及其后期专业分析，为油气管[illegible]理和维护提供数据信息支持。



管道用无人机

消费级无人机



工业级无人机

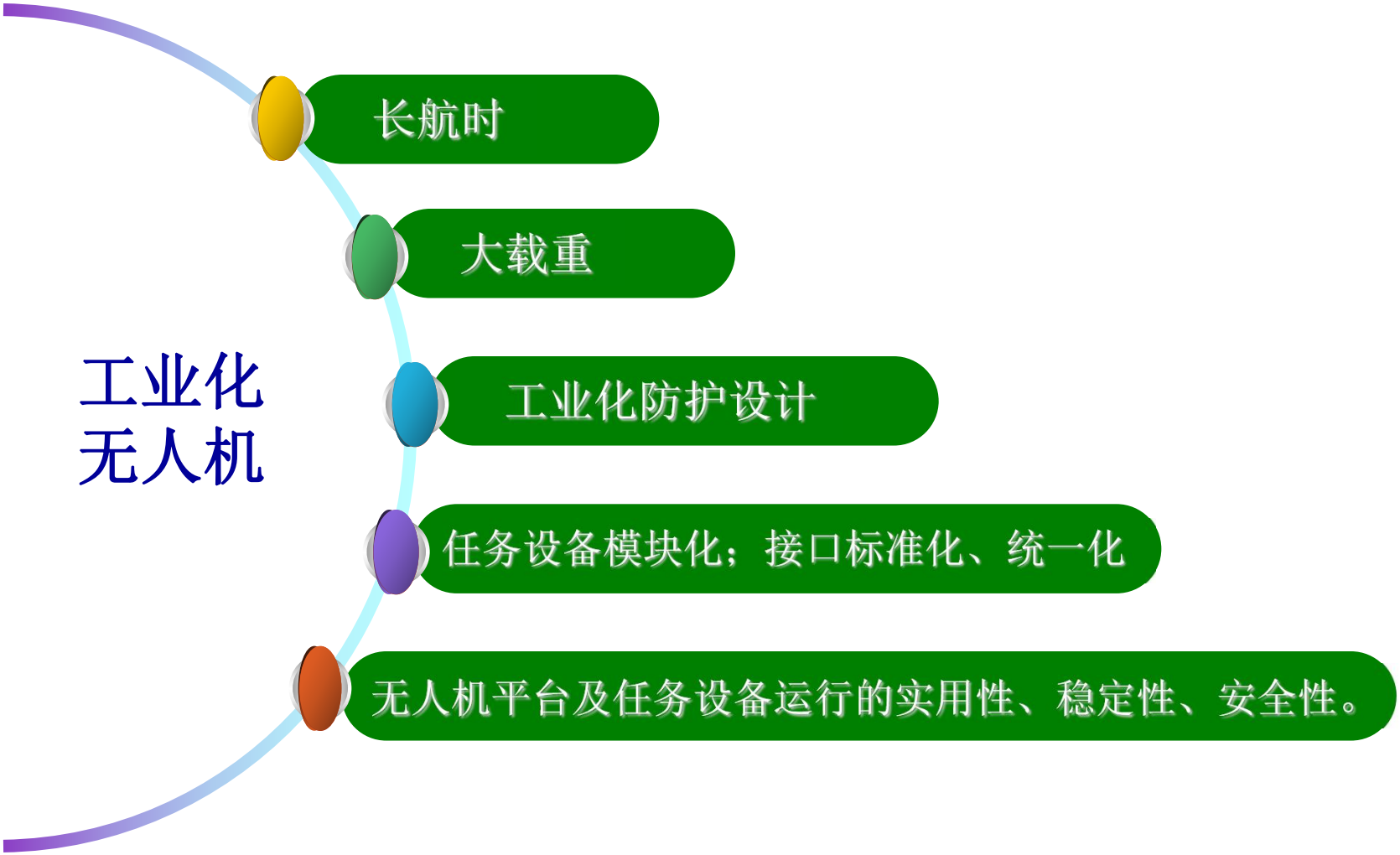


管道用无人机归属工业级无人机

军用无人机

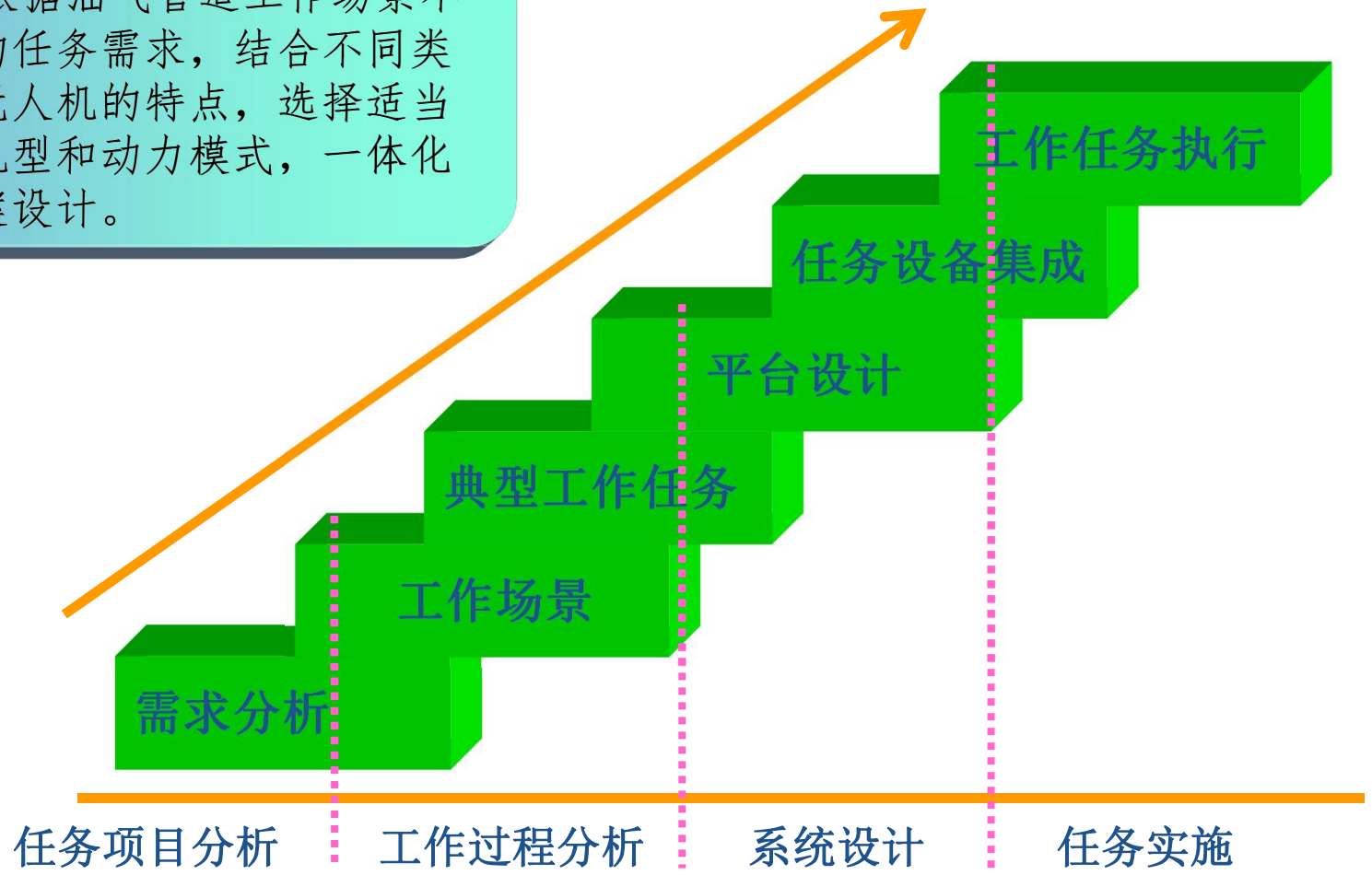


简单 → 复杂


工业化
无人机
长航时
大载重
工业化防护设计
任务设备模块化；接口标准化、统一化
无人机平台及任务设备运行的实用性、稳定性、安全性。

任务系统

根据油气管道工作场景不同的任务需求，结合不同类型无人机的特点，选择适当的机型和动力模式，一体化方案设计。



无人机应用优点

1. 低空飞行，空域申请便利；
2. 准备时间短，操作简单；
3. 对环境条件要求不高。

响应能力：机动快速

1. 系统购置费用较低
2. 运营、维护远低于载人机系统；
3. 人员安全性较高；
4. 比人工巡检效率高经济性好。

运营维护成本低廉，经济性好

1. 全智能飞控系统、具备多重保护功能
2. 具备自动起降及自主飞行功能；
3. 多任务设备的拓展能力强。

性能优越、功能强大

汇报要点

1. 管道无人机技术简介
2. 管道无人机测绘应用系统
3. 管道无人机巡检应用系统
4. 管道无人机应急抢险应用系统
5. 管道无人机培训系统
6. 管道无人机技术汇总与建议

管道无人机测绘应用场景

管道选线

无人机数字航测系统按管道设计要求进行低空航拍，通过后期内业处理，形成符合国家标准的大比例尺数字地图，用于管道线路路由设计；

GIS系统

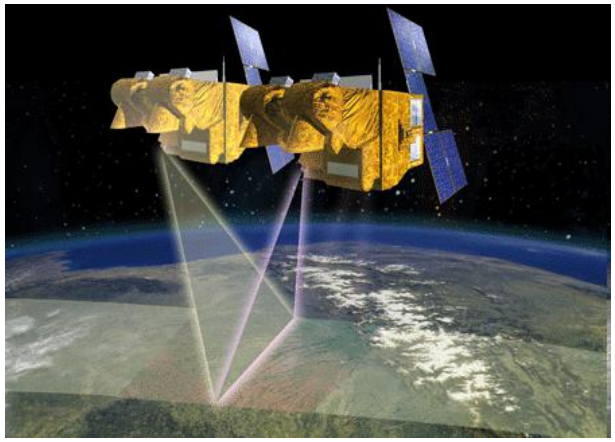
无人机数字航测系统对管道沿线及站场进行低空航拍，通过后期内业处理，形成符合国家标准的大比例尺数字地图，用于管道GIS系统数据更新；

安监系统

无人机测绘可用于事故现场航拍并快速成图，或者构建三维立体模型，为应急抢险人员了解现场情况和指挥、决策提供最新的地理数据信息。

测绘方式比较

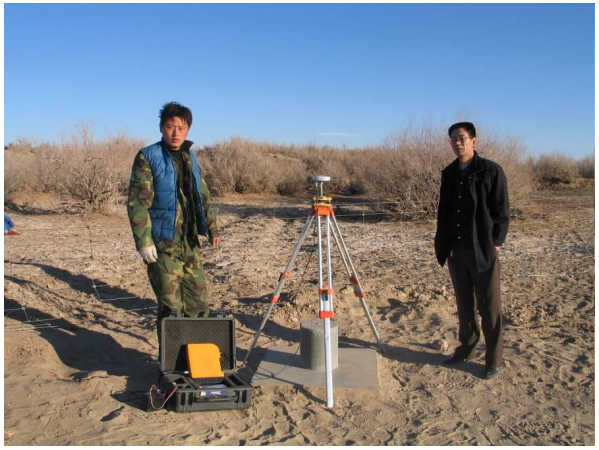
- 卫星遥感



- 低空航摄



- 人工测量

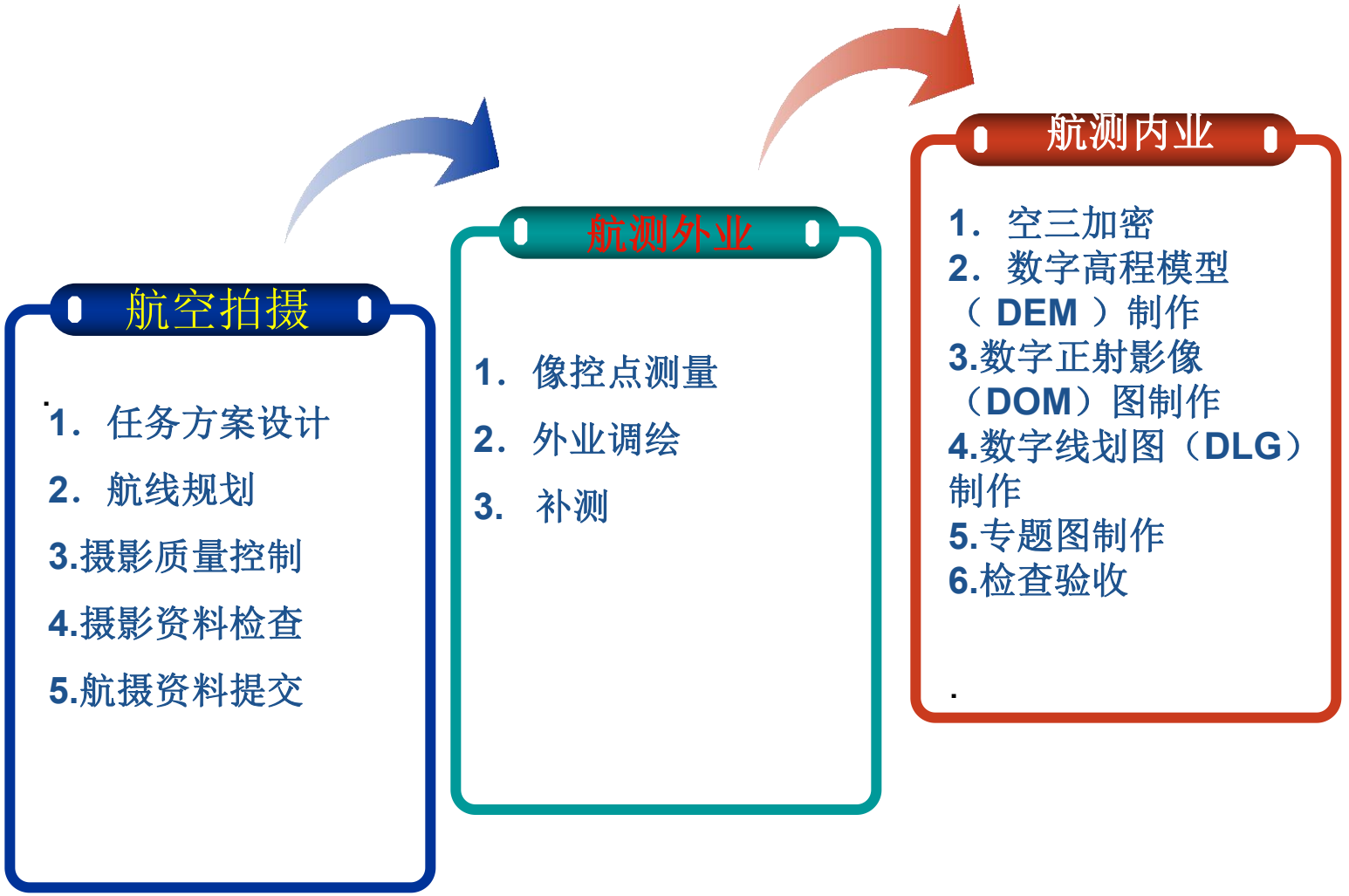


无人机低空数字航空测量系统实用性、效率、经济性方面均优势明显

无人机航空数字摄影测绘系统

我院开发集成了一套完整的无人机大比例尺航空摄影测量系统，航拍可以采集0.05m、0.1m等各种分辨率的正射影像图,经过后期数字内业处理及数字测图后，制作出符合国家标准的1:500—1:2000等各种比例尺的地形图，便于管道选线、路由设计使用，也可用于数字地理信息系统(GIS)。

无人机航空数字摄影测绘流程



测绘用无人机主要技术指标

① 飞行高度：<1800米，满足1:2000和1:1000比例尺正摄影像图片拍摄要求。

② 飞行速度：90－120公里/小时。

③ 巡航时间：≥2小时。

④ 任务载荷：3公斤。

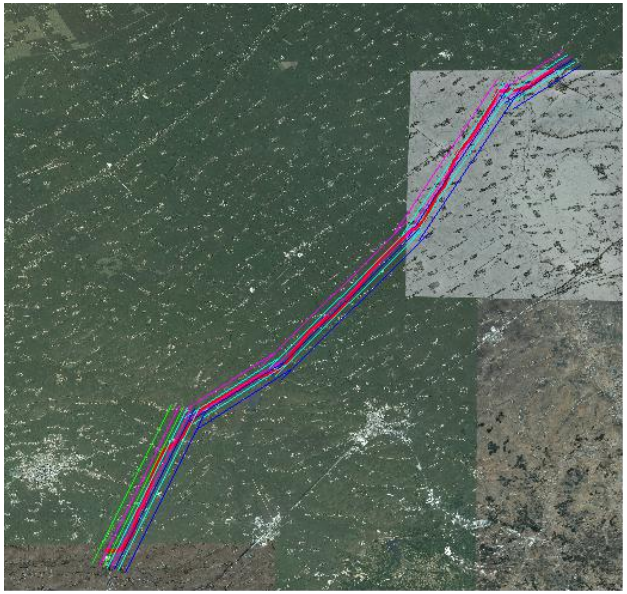
⑤ 飞行方式：GPS导航、自驾仪自动驾驶。

⑥ 抗风能力：6米/秒。

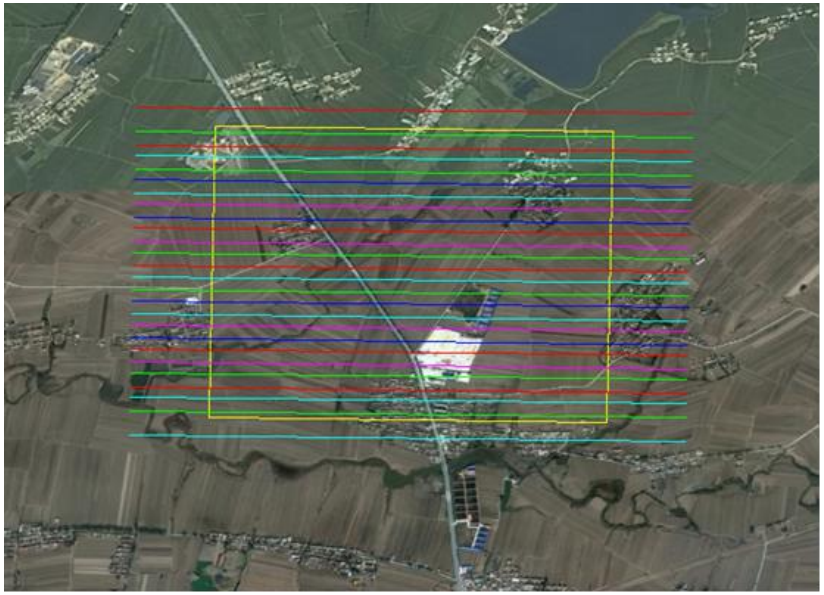


应用案例

2012年10月，管道学院无人机项目组与管道设计院勘察事业部联合在哈沈管道“四平～公主岭”段进行了航摄测绘飞行。



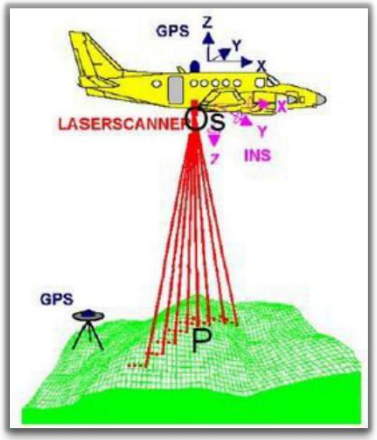
线路段航线规划图

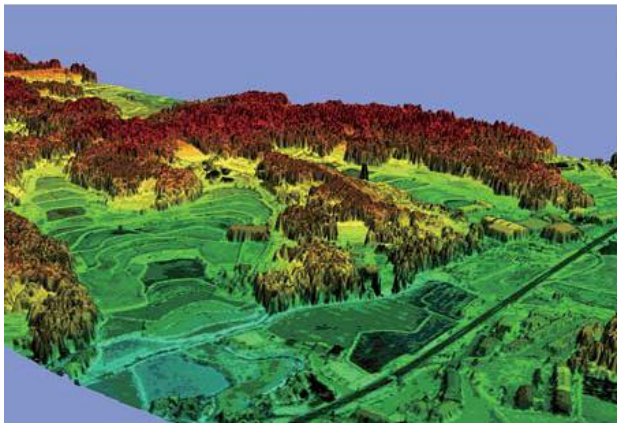


公主岭分输站航线规划图

无人机航测新技术

三维激光扫描仪安装在飞机上的激光探测和测距系统，用于获得高精度、高密度的三维坐标数据，每次测量的数据不仅仅包含X,Y,Z点的信息，还包括R,G,B颜色信息，同时还有物体反射率的信息，用于构建目标物体的三维立体模型，是一种无需任何或仅需任何少量的地面控制点的，目前最先进的能实时获取地形表面三维空间信息和影像航空遥感系统。



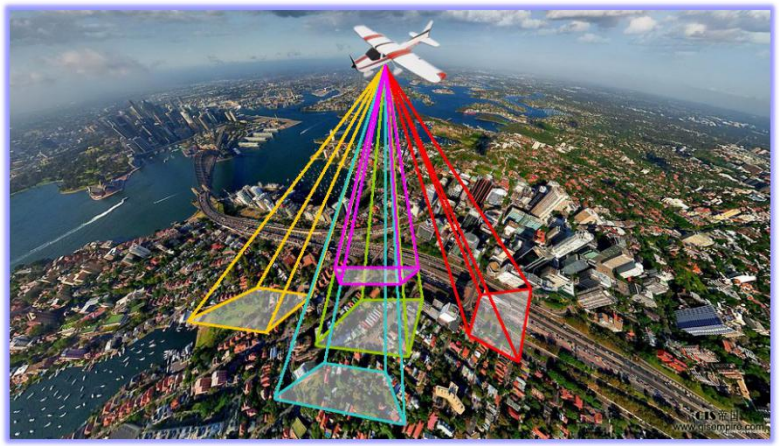


航空倾斜摄影技术

倾斜摄影技术是国际测绘领域近些年发展起来的一项高新技术，它颠覆了以往正射影像只能从垂直角度拍摄的局限，通过在同一飞行平台上搭载多台传感器，同时从一个垂直、四个倾斜等五个不同的角度采集影像，将用户引入了符合人眼视觉的真实直观世界。

特点：

- 反映地物周边真实情况
- 倾斜影像可实现单张影像量测
- 建筑物侧面纹理可采集
- 数据量小、处理速度快、易于网络发布





汇报要点

1. 管道无人机技术简介
2. 管道无人机测绘应用系统
3. 管道无人机巡检应用系统
4. 管道无人机应急抢险应用系统
5. 管道无人机培训系统
6. 管道无人机技术汇总与建议

管道无人机巡检应用场景

常规巡线

使用无人机巡检，视频实时传输，站场值班人员在值班室就可观察到管道沿线的实时情况，了解是否有偷盗、违章施工、占压，通过远程喊话系统，进行警告；管道水工保护、地质灾害损毁情况的巡查等；

数据采集

无人机数据采集系统可以对油田或管道站场、RTU设备运行数据（没有联网自控系统的数据）进行无线采集、存储，用于管道或设备的运行监护、安全管理等；

泄漏监测

无人机通过搭载红外热成像仪或激光雷达检测设备对管线和站场进行油气泄漏检测，达到事故报警，避免危害，减少损失的目的。

无人机管道巡检应用技术

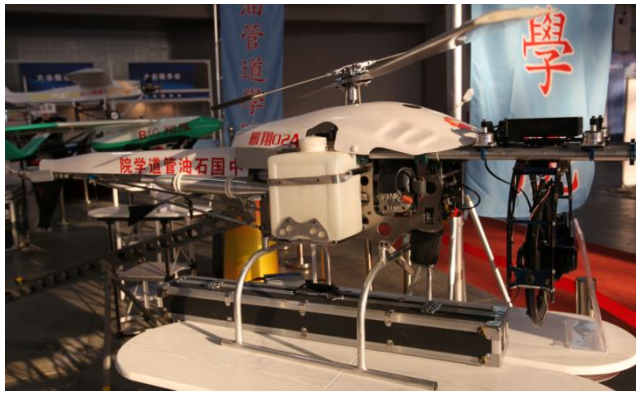
- 完成了电动多旋翼无人机平台系统集成；
- 完成了油动无人直升机平台系统集成；
- 集成了数码照相机、可见光摄像机、红外热成像摄像机等图像采集设备，并对图像采集设备进行改装，应用无人机控制链路实现了云台、镜头的远程控制；
- 进行了无人直升机夜航飞行试验；
- 完成了无人机远程控制悬停、位置调整、姿态调整试验（白天、夜间均进行了试验）。





无人直升机集成：选择了美国AF-25B机型作为开发机，







AF-25B 无人直升机技术指标

- 机体长×宽×高：1778×508×711 mm
- 主旋翼直径：2146mm
- 尾旋翼直径：403mm
- 机体自重：16kg
- 最大起飞重量：32kg
- 实用载荷：12kg
- 最大/平均巡航速度：80/45km/h
- 最大飞行高度：2500m
- 爬升率： 18 km/h
- 标准续航时间：1h
- 最大抗风性：起降 3-4 级、空中 5-6 级
- 温度范围：-20℃～+50℃

任务平台系统集成：

在无人直升机系统中，集成、开发了视频采集、红外热成像信息采集、视频实时传输、远程语音警示系统、双地面站系统等









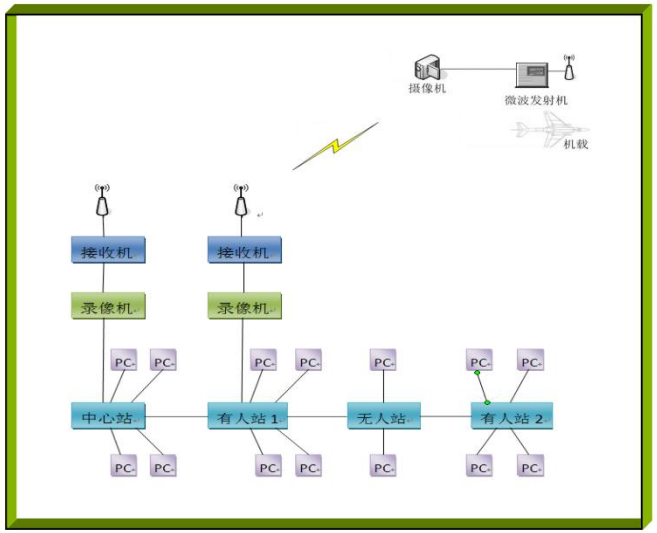




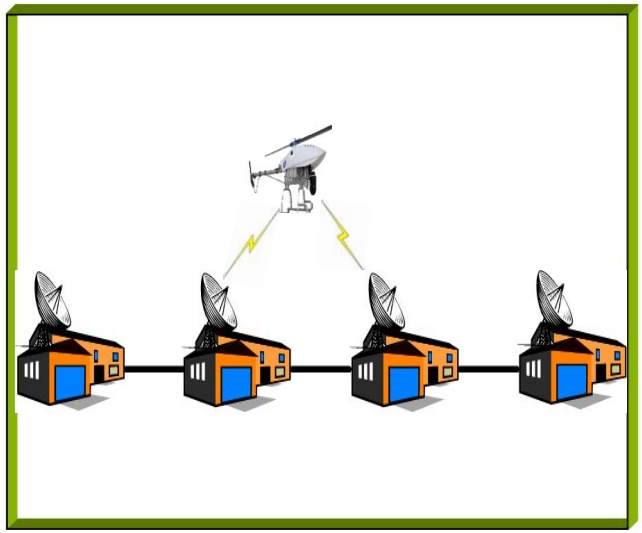
可见光摄像机　红外热成像摄像机　视频实时传输　远程语音警示系统　双地面站系统等

无人机视频实时传输及远传系统：

进行了无人机视频实时远传系统试验，完成了应用光纤通信系统在主站、中间站、无人值守站间进行无人机巡线视频实时传输试验，并在中石化塘燕线（600多公里）实现了全线无人机巡线视频传输实验。



图像实时远传试验系统



无人机与石油通信网联通

红外热成像仪油气泄漏检测

油气泄漏检测一直以来就是管道运营解决的难题，各输油气管道安装建设了各种种类的泄漏检测系统，利用无人机进行油气管道的泄漏检测，一种原理是无人机搭载红外热成像设备基于温度场变化进行油气泄漏检测。



新技术

油气泄漏红外激光检测

是基于气体分子对光谱的选择吸收特性，其工作过程为：直升机以一定的飞行速度沿着天然气管道飞行，激光束扫过天然气管道地表覆盖物，如果有天然气泄漏，泄漏点周围形成的气体云团会吸收掉一部分激光能量，根据激光的初始功率和回波功率就可以反演出天然气的浓度







2015年4月10日在中石化天津输油处廊坊站（永清）组织“无人机管道应用现场交流会”共飞行10架次，展示了管道巡检、应急抢险、投放点火、投送物资、夜航、图像实时传输、图像远传等项目。

应用案例









汇报要点

1. 管道无人机技术简介
2. 管道无人机测绘应用系统
3. 管道无人机巡检应用系统
4. 管道无人机应急抢险应用系统
5. 管道无人机培训系统
6. 管道无人机技术汇总与建议

管道无人机应急抢险应用场景

现场监视

无人机第一时间赶到事故现场，进行现场拍摄，视频实时传输至应急通信车，再通过卫星系统传回应急抢险指挥中心，为应急抢险指挥决策提供第一手的实时数据信息；

航拍数据

无人机事故现场航拍并快速成图，或者构建三维立体模型，为应急抢险指挥、决策提供最新的地理数据信息；无人机搭载可燃气体检测仪器对事故现场进行探测和浓度检测。

物资投放

无人机飞抵事故现象投放灭火弹灭火；无人机飞抵事故现场进行放空点火操作，以减少事故危害和次生灾害的发生。

无人机管道应急抢险应用技术

- 完成了电动多旋翼无人机平台系统集成；
- 完成了油动无人直升机平台系统集成；
- 集成了数码照相机、可见光摄像机、红外热成像摄像机等图像采集设备，并对图像采集设备进行改装，应用无人机控制链路实现了云台、镜头的远程控制；
- 完成了无人直升机夜航飞行试验；
- 电动多旋翼无人机在可燃气体中飞行试验
- 完成了投放点火、投送物资试验
- 完成了应急通信车视频远传试验





无人机管道应急抢险系统经济性比较

◆无人直升机可在第一时间替代人员接近（或进入）危险区域，降低人员安全风险，填补了维抢修现场勘察和指挥手段的空白，提高了抢险效率，降低了事故损失，经济效益可观。

无人直升机与人工巡检、应急抢险侦测对比

项　目	人工巡检	无人直升机	备　注
人员基数	3	3	无人机1个飞行组
日常巡检	可以实现	可以实现	
巡检速度	15km	50km	步行：5km/h/人
地物识别	人眼观望	高清视频	
资料	巡检记录	高清影像	
侦测异常情况	能够	能够	
平原巡检	能够	能够	
山区巡检	困难	能够	
图像处理	无影像	处理简单	
油气事故现场侦测	困难	能够	
事故现场侦测速度	慢	快	
小事件应急处理	快	慢	

多旋翼无人机集成：

集成了四旋翼电动无人机和八旋翼电动无人机





四旋翼性能指标

最大外形尺寸	178 cm
最大起飞重量	6.5kg
标准载荷重量	690 g
巡航速度	18 km/h
最大平飞速度	28 km/h
最大抗风能力	4 级
海拔升限	4500 m

八旋翼技术指标

机体长×宽×高	800×800×450mm	机体材质	铝合金及碳纤维
主旋翼长	380mm	电池容量	32AH
自重	5kg	最大马力	8×650W
最大起飞重量	10kg	冷却方式	—
最大有效载荷	5kg	环境温度	-30°～+50 °
续航时间	30min	起降方式	垂直起降
最大起飞海拔高度	5200m	抗风能力	6 级
最大巡航速度	50km/h	悬停精度	水平 10cm，垂直 5cm
动力来源	锂聚合物电池	自动避障	选配

任务平台系统集成：

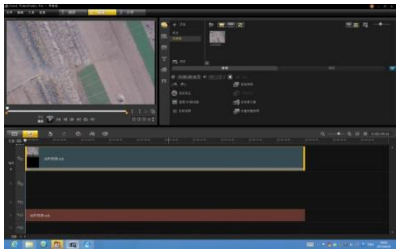
在多旋翼无人机系统中，集成、开发了视频采集及实时传输系统，并与应急通信车进行了对接试验。





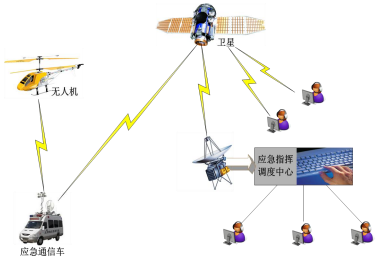








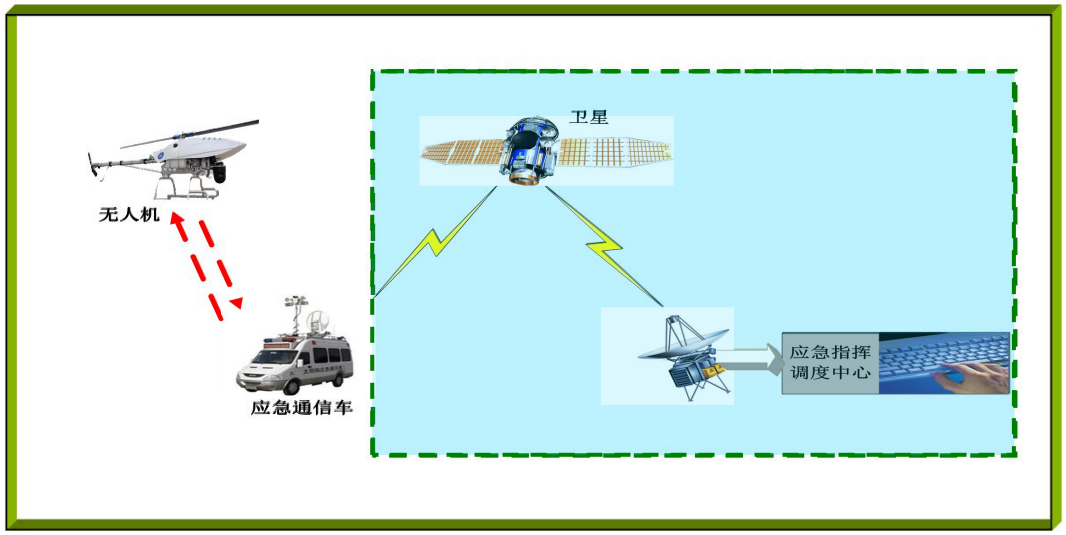




数码照相机　　红外热成像摄像机　　视频实时传输　　与应急通信车接驳

无人机视频实时传输及远传系统：

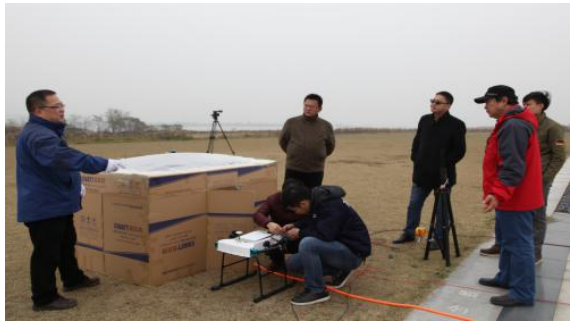
完成了无人机与应急通信车、卫星链路组成的通信网络，实时视频传输到应急指挥调度中心。并进行了无人机视频实时远传系统试验。



无人机与应急通信车、卫星链路组成的通信网络

电动多旋翼无人机在可燃气体中飞行试验

2015年11月，经对电动多旋翼飞机防护处理和实验装置的准备，成功的进行了电动无人机在可燃气体中进行飞行的模拟实验，为无人机在可燃气体泄漏现场进行抢险作业奠定了试验基础。









应用案例

2015年8月21~22日在天津滨海爆炸事故现场救援信息采集。







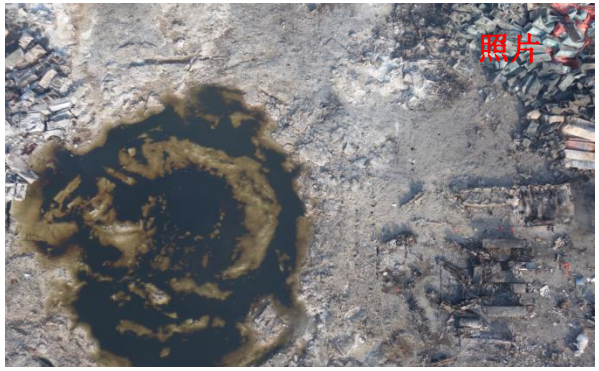


天津滨海8.12爆炸事故应急救援：8月21~22日在天津滨海爆炸事故现场救援飞行，两天飞行6架次，拍摄视频18分钟，对现场4个重点区域拍摄高清晰度照片79张，这些照片清晰地反映了地面储罐、集装箱等情况，所拍资料全部上交至管道局应急救援响应中心，供领导现场指挥使用。













汇报要点

1. 管道无人机技术简介
2. 管道无人机测绘应用系统
3. 管道无人机巡检应用系统
4. 管道无人机应急抢险应用系统
5. 管道无人机培训系统
6. 管道无人机技术汇总与建议

无人机培训系统



模拟训练终端



培训团队



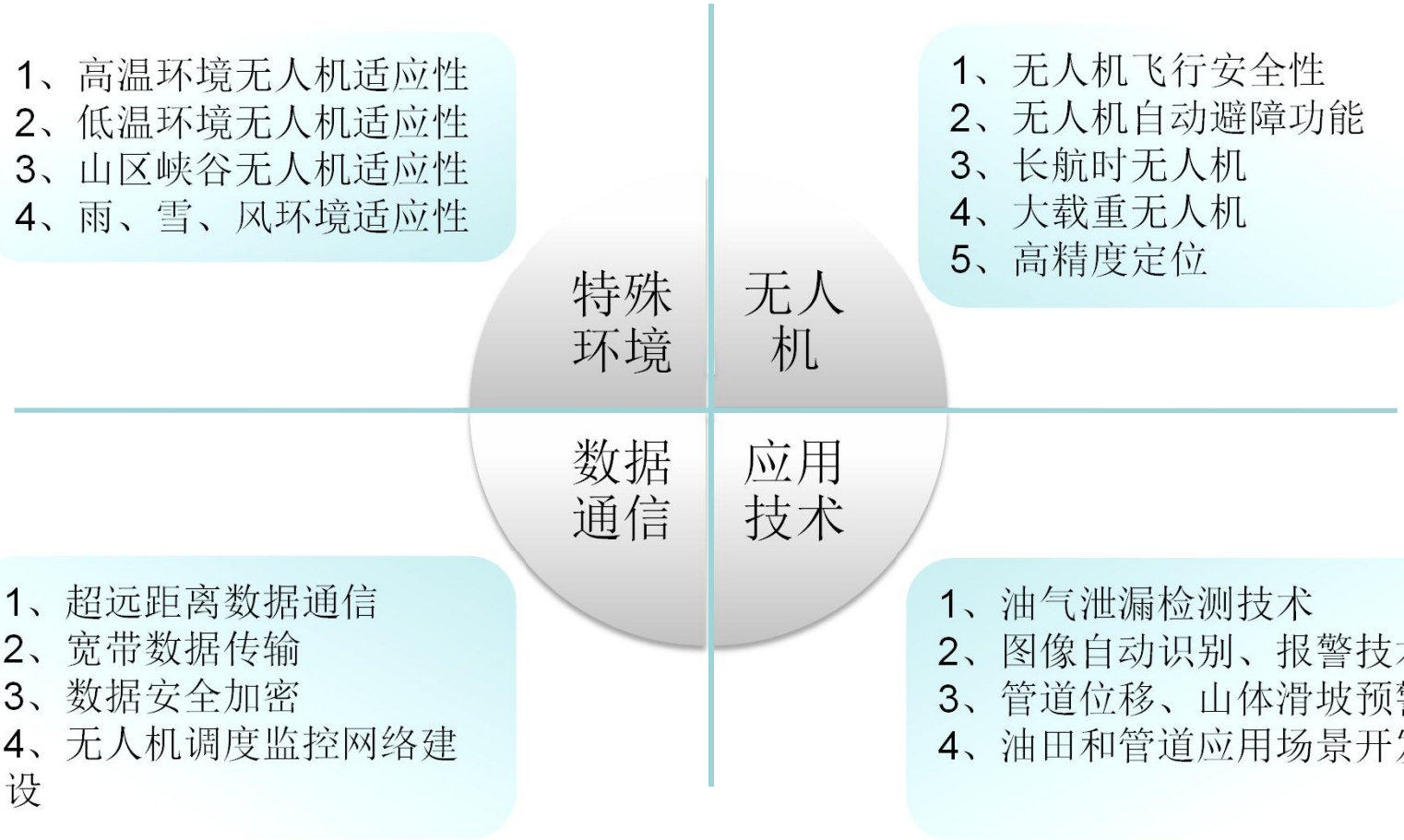


教练机

汇报要点

1. 管道无人机技术简介
2. 管道无人机测绘应用系统
3. 管道无人机巡检应用系统
4. 管道无人机应急抢险应用系统
5. 管道无人机培训系统
6. 管道无人机技术汇总与建议

管道无人机技术研究方向建议



管道无人机应用建议



1、服务方式探索

（1）用户购置设备，培训人员负责飞行；

（2）用户租用设备，无人机公司负责飞行，即购买服务的形式；

（3）其他多样化的服务方式

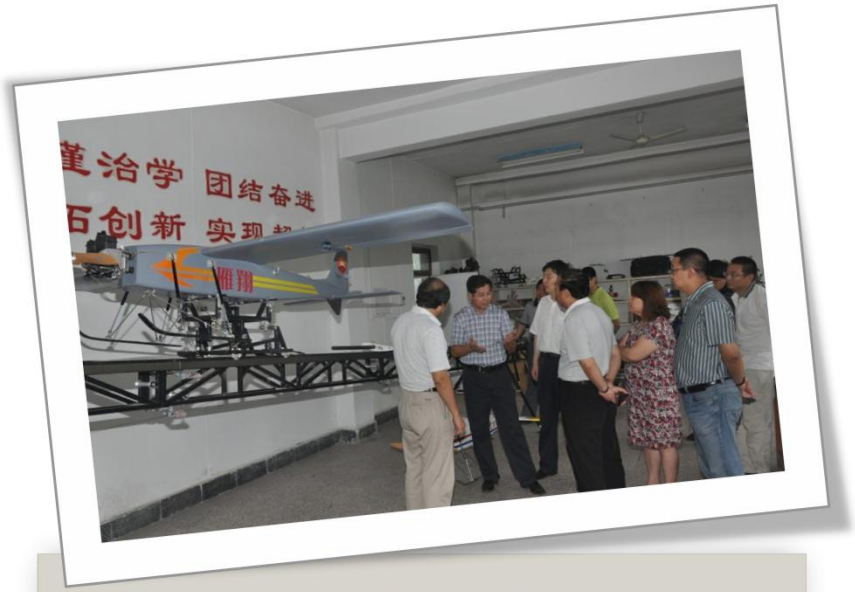
管道无人机应用服务建议



2、管道无人机应用发展联盟

无人机管道应用的发展目前处于探索试验阶段，作为一种新的技术手段和工具，如何在油气田和管道行业的生产运营、安全管理各方面运用和发挥其作用，面临的挑战还不少。开发应用场景，形成成熟的使用模式，还有很多问题需要解决，很多方面需要改进提高，可谓任重而道远。

无人机行业及相关技术快速发展，无人机公司快速成长，技术各有领先。如何在石油行业的工业应用取得突破性进展，需要各方面和各家公司相互沟通，协同发展。基于此我们建议组建管道无人机应用发展联盟，协作共赢，共同发展。





开发！

创新！

合作！

汇报结束
敬请各位专家指导！

