



基于通用硬件平台的 5G 重工业移动专网综合 能力测试床

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

引言/导读

伴随着 5G 网络核心网的虚拟化，可以运行在通用的硬件服务器上，使得众多垂直行业客户可以使用完全自有、自主控制的 5G 核心网来组建企业园区内的 5G 专网网络。北京博上网络科技有限公司，在基于自主研发的“博上 5G 核心网”基础上，升级完成了针对于重工制造业的“博上 5G 工业互联网移动专网平台”。该平台是一套包含 5G 专网核心网关键网元的网络基础设施，通过与运营商合作以及行业解决方案提供商的紧密合作，为重工业制造企业打造了低延迟、高带宽、高可用、超高安全性的垂直行业 5G 专网。

一、关键词

5G 重工制造专网、工业 4.0 智慧工厂、AGV、网络虚拟化。

二、测试床项目承接主体

2.1. 发起公司和主要联系人联系方式

北京博上网络科技有限公司，联系人：章云鹏，13298311858, yunpeng@boshang-net.com
中国电信股份有限公司湖南省分公司，联系人：田野，18973178870

2.2. 合作公司

三一集团有限公司 - 重卡事业部
华晓精密工业有限公司

三、测试床项目目标

随着 5G 网络的高速发展，越来越多的垂直行业客户希望能享受到 5G 网络的高性能能力，以推动工厂园区的网络化、智能化、数字化改造。对于重工制造行业，网络化、智能化、数字化改造会帮助企业用户提升生产效率同时降低生产危险，减少生产开支。

对于运营商来说，5G 工业互联网会接入海量的 5G 终端，势必会对运营商移动终端大网产生影响。通过 5G 工业互联网专网的模式，可以大幅降低运营商公网的运营成本并提高 5G 网络覆盖面积。通过利用 SDN、NFV 和云化技术等方式围绕网络软硬件解耦、白盒设备、软件定义标准来构建解决方案，将 5G 核心网下沉至企业数据中心中，进而推动网络基础设施的建设与运营业务的转型，帮助行业构建低成本、低延迟、高带宽、高可用、超高安全性的 5G 垂直行业专网。5G 垂直行业专网平台的核心，就是以开放、通用的网络接口以及全新的合作模式，来探讨并解决运营商在 5G 垂直行业专网中所面临的技术、商业、管理、运维等挑战，为运营商提供了新的商业思路与技术合作模式。

对于重工制造客户来说，5G 工业互联网进入厂房、产线、园区已经势在必行。越来越多的智能化设备，如，工控设备、AGV 运载小车、质量巡检记录仪、订单终端、物料管理终端等，对 5G 网络的需求越来越大。伴随着 5G 网络的使用，更多的服务应用平台也可以发挥自身优势，为制造企业提供准确的信息数据与上层决策。通过对传统企业园区网络的改造提供稳定、高效、安全的 5G 专网，使得传统企业应用服务拥有更多的自主管控能力与集成能力。在传统的企业生产网络中，Wi-Fi 被普遍用来进行无线接入。Wi-Fi 无线网络缺少了移动网络中的移动性管理能力，终端在覆盖区域内移动时，无法保证网络传输通道的连续性与大量终端接入时的网络承载能力，因此无线网络的基础改造也是企业生产网络化与智能化改造的重要部分。三一重卡当前厂房车间，已经使用 AGV 小车打造了灵活、流动的生产线，主要分为主车与物料配送环线场景。在该场景中，Wi-Fi 网络需要提供大范围的网络覆盖，在 Wi-Fi 信号覆盖的交叉区域，AGV 小车出现掉线、断连情况，AGV 车辆一旦断线，导致生产线停滞，影响生产效率。

在厂区安全巡检模式方面，由于车间厂房面积广，功能区域划分繁多，安全巡检主要通过传统的人工方式进行，综合运用感官以及一些配套的检测仪器对设备进行以简单定性判断为主的检查，该方式存在劳动强度大、检测质量分散、主观因素多、巡视不到位且

难以全面监控、巡视结果数字化不便等缺陷。单纯依靠传统的传感器及摄像头监控会由于安装环境等问题导致监控范围和监控角度无法全覆盖，而要保证全方位无死角的监控，又需要安装过多的传感器、摄像头才能完成，在投入上会造成巨大的浪费，同时由于过多的传感器需要维护，造成整体解决方案性价比低。

四、测试床方案架构

4.1. 测试床应用场景

一期项目应用场景：

1. AGV 小车

以三一重卡生产车间为例，整个生产车间中使用的 AGV 小车，分为主车环线、SPS 物料环线、分装环线这三个主要 AGV 环线，同时使用工业操作机械臂、吊机、传送带等手段将大件装配运送至主车环线进行组装。主生产线使用 43 台大型 AGV 小车，SPS 环线 37 台牵引式 AGV 小车，分装环线使用发动机牵引 AGV 6 台，托举式 AGV 5 台。整个厂房中 AGV 磁贴地标超过 1000 个以上。整个 AGV 使用 5GHz Wi-Fi 网络覆盖，并使用单独信道，但是在产线周围钢结构架与工业设备错综复杂，造成较大的信号干扰与网络不稳定情况，AGV 出现不定时掉线情况，严重影响生产线正常运行流程。而且，Wi-Fi 在安全认证、抗干扰、信道利用率、QoS、业务连续性等方面无法进行保障，难以满足工业需求。

2. 智能巡检机器人

为了满足工业生产 6S 指标，三一重卡也安排了大量的巡检人员不定期在厂区内巡检。目前巡检使用以下两种方式：

1. 使用随机抽检模式，由专门人员进入工作区域，使用自己的手机进行拍照、录像，上传至后台。
2. 固定摄像头 24 小时不间断录像，上传至后台系统之后进行分析，发现违反 6S 指标直接报警截图。

上述两种中，随机抽检人员工作量大，缺少专用设备。固定摄像头灵活性差，存在监控死角，记录、检测不准确会导致工业生产 6S 指标不合格，留有安全隐患。

为了解决上述痛点，和开发更多的 5G 工业物联网专网应用，北京博上网络科技有限公司联合湖南电信分公司，为三一重卡 22 号厂房进行网络升级改造项目。一期项目以测试实验为主，通过使用北京博上 5G 工业移动专网对原有工业 Wi-fi 网络的替换，解决了之前 AGV 小车掉线的问题。同时，博上网络对 5G 工业模组的改造，添加了高清摄像头，使得 AGV 小车与摄像头紧密结合，不漏过任何一个监控死角。在巡检上，也采用了智能巡检机器人做为监控视频补充，保障了产线的安全生产。

4.2. 测试床架构

测试床架构的核心是 5G 移动专网平台，博上重工业 5G 专网平台是根据重工行业中特殊的网络需求，提供的端到端解决方案。其中包括工业用 5G 模组、厂区内 5G 信号基站、5G 专网核心网、边缘计算载体与边缘计算应用平台。

测试床部署环境简介：



图 1 - 测试床部署环境简介

下图为宏观硬件架构设计：



图2 - 测试床宏观硬件架构

博上 5G 专网核心网同时附带管控平台，将 5G 核心网中各网元联合管控，并通过数据信息采集，实时收集网元运行状态与实时网络状态。管控平台可以对整个 5G 移动专网实施监测、预警、健康检查等运维基本功能，实时汇报当前网络是否健康，提供网络优化意见，帮助用户优化当前网络。

下图为博上 5G SA 专网核心网软件架构设计：

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

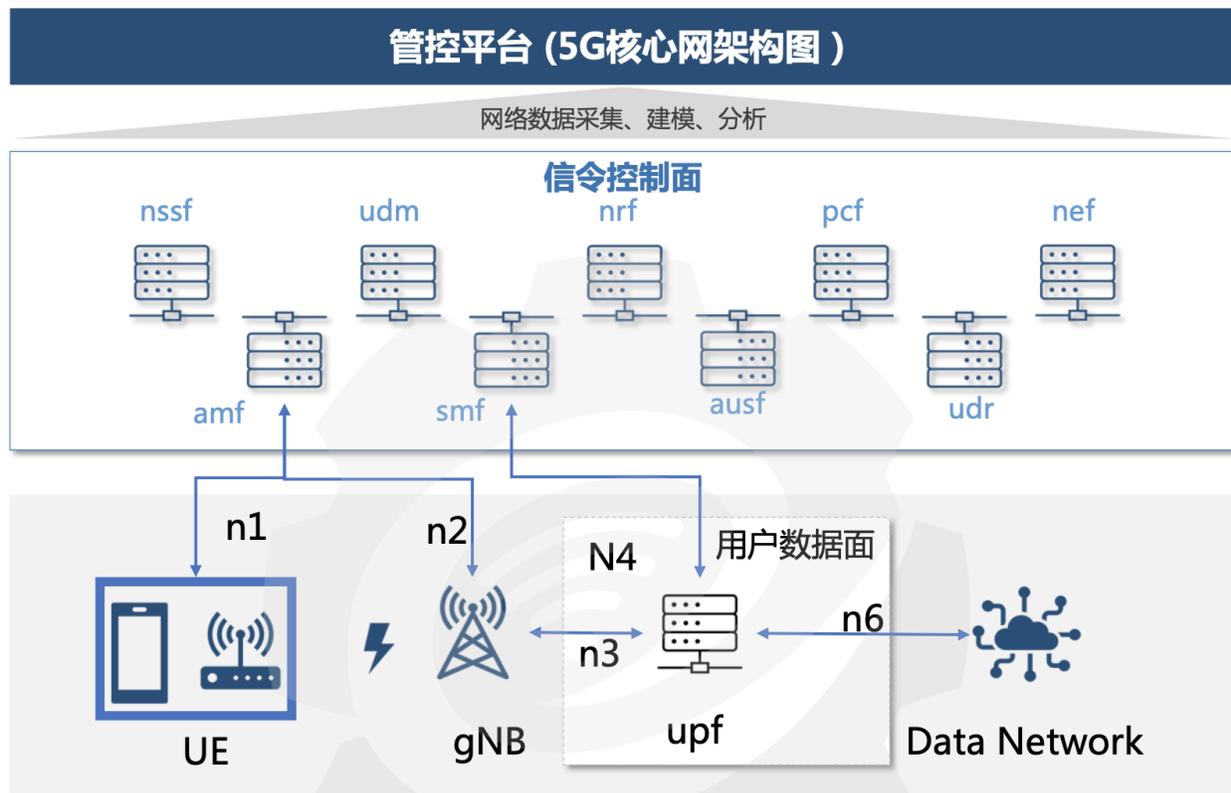


图3 - 测试床 5G 核心网网元系统架构

4.3. 测试床方案

通过对厂区内调研了解，测试床一期项目选取三一重卡 22 号厂房 SPS 物料线作为 5G AGV 小车与智能巡检部署区域。首先在 22 号厂房进行博上 5G 专网铺设，包含 5G 核心网和 5G 分布式基站，然后在 22 号厂房 SPS 环线，对物料小车进行 5G 改造，替换原有 Wi-Fi 模组为 5G 模组，为 AGV 小车提供 5G 网络接入能力。同时在 5G 模组上安装高清摄像头、激光测距仪等相关组件，为 AGV 小车提供避障能力。这些模块将采集 AGV 运行状态、AGV 高清图像，这些数据将通过 5G 无线通信模组以及 SPS 环线附近部署的 5G 专用基站回传至博上 5G 专网核心网，并通过核心网中上下行流量分流器与 5G 网络切片功能，选择专用 UPF，将数据传送至后端内部网络与视频 MEC 服务。整体项目分为三个部分，终端 AGV、博上 5G 移动专网平台、企业内部业务服务。

- 终端 AGV：5G 工业模组、高清摄像头、AGV
 - 5G 工业模组：提供终端 5G 网络接入传输能力，支持 5G SA 独立组网。

- 高清摄像头：高清摄像头为模组内置模块，支持最高 4K 分辨率的高清图像采集。
- AGV 小车使用的是产线正在使用的华晓 CSG 小车，主要负责为主组床生产线提供物料运输。
- 博上 5G 移动专网平台：5G SA 核心网、MEC 边缘服务管理、5G 核心网管控平台
 - 5G SA 核心网：北京博上 5G 专网核心网是北京博上网络科技有限公司独立研发的 5G SA 独立组网核心网。严格遵循 3GPP R15 协议开发，正在向 R16 迈进。整个核心网包含 5G 核心网关键网元，使用网络功能虚拟化技术将 5G 核心网运行中通用硬件平台。在通用平台上还可以额外假设 MEC 边缘服务，在本测试床中，架设了视频录制 MEC 服务。
 - 5G 核心网管控平台：5G 核心网管控平台是北京博上独立研发，针对于 5G 核心网的管控平台，包括了对 5G 核心网的完全管控功能，如配置、管理、停止服务、运行服务等管理功能。
 - MEC 边缘服务管理：使用容器化技术，直接可以直接运行服务容器镜像。也包含虚拟机编排管理功能，为边缘计算服务提供完善的运行环境。
- 企业内部业务服务：AGV 工控系统。
 - AGV 工控系统主要负责管理与调配 AGV 小车运行路线、跟随、起停、状态监控等管理功能。

4.4. 方案重点技术

博上 5G 工业专网核心网平台是测试床的关键技术。北京博上网络科技有限公司专注于为企业客户、运营商合作，搭建快速、低成本的私有 LTE/5G 专网，亦可针对不同网络需求提供网络切片服务。博上网络核心技术团队来自美国硅谷，在移动通信、园区组网、数据中心组网中积累了大量丰富的技术与方案经验。

博上网络自主研发的 5G SA 独立组网核心网严格遵循 3GPP 协议研发，支持与行业内公司各种设备对接。同时也具备微服务管理平台，管控 5G 专网核心网，给垂直行业提供最佳的用户体验。

在 5G 核心网中，博上网络研发了多项网络功能虚拟化的实现技术，针对 5G 核心网进行虚拟化改造，使 5G 核心网可以运行在通用硬件平台。同时，领先于行业的转发加速技术，实现了端到端网络超低延迟的 5G 数据转发。在 5G 核心网管控平台内，博上网络根据 5G 核心网的特性，进一步实现了管控平台对 5G 核心网的网元管理能力，使得 5G 核心网具备快速部署、快速扩扩容的能力，以适配更多不同的场景。

4.5. 方案自主研发性、创新性及先进性

本方案是基于博上 5G 专网平台，面向工业制造垂直行业中行业终端提供 5G 园区专网网络接入能力。同时，该网络平台也以软件虚拟化、微服务化架构为基础，实现软硬件解耦，并可快速集成垂直行业系统服务应用于 MEC 边缘计算平台，为企业提供 MEC 边缘计算能力。本方案也利用厂区、生产线中现有的工业设备，如，AGV 小车搭配高清巡检摄像头，经过改造，达到传统设备复用、5G 网络扩展设备能力的目的。

在项目二期，还将会与工业制造的物流管理、订单平台整体集成，打造更加智能化的 5G 生产线，包括员工手持终端、物料筛检、集群内部通信等功能。

在创新及先进性方面，博上 5G 专网核心网不仅包含对 5G 核心网标准功能的支持，还具有以下创新功能特点：

- 流量、终端监管系统
 - 5G 网络终端签约信息管理、用户策略下发
 - 5G 网络终端接入信息管控，接入网络许可管控
 - 终端签约信息管理，特定切片、网络设定
 - 上行流量分流，定向流量定向 UPF 转发，UPF 智能选择
 - 5G 网络终端流量策略定制、下发、应用保障
 - 用户自定义切片类型、切片行为，保障切片应用至网络
- 工业防火墙规则应用
 - UPF 隔离转发
 - 内网隔离规则配置
 - 内、外网互通规则配置

- 安全监测审计
 - 5G 网络深度可视化监控
 - 根据网络数据、网络状态、网络行为监控
 - 根据用户需求允许或拒绝指定终端接入网络许可
 - 5G 网络基站接入信息管理
 - 基站信息获取，接入许可管控
- 入侵检测
 - 非法终端接入报警、阻止
 - 非法操作报警、阻止
- 容灾减灾、扩缩容
 - 根据场景需求对 5G 核心网扩、缩容管理
 - 5G 网络智能化容灾
 - 5G 核心网故障检测、故障自动恢复

4.6. 方案安全风险控制

由于厂区数据要求本地加载，不基于公网进行回传，故本方案采用端到端的专网解决方案，起到了与公网数据的良好隔离，保证了数据的安全及私密性并有效的规避了外网攻击的风险性。

整套测试床的部署核心，是 5G 专网核心网，需要使用具备高可用、快速运维的专用核心网。博上 5G 专网核心网支持主备容灾部署，支持故障快速、自动恢复。通过对网元数据与网络数据的实时监控，智能分析网络使用情况，选择最佳的、稳定的运行模式与扩、缩容策略。

五、测试床实施部署

5.1. 测试床实施规划

序号	阶段名称	时间	主要工作内容
1	可行性研讨	2021.01.01 - 02.01	<ol style="list-style-type: none"> 1) 博上公司进行工业 4.0 行业调研；定位潜在工业 4.0 企业。 2) 企业间深度对接，达成初步意向； 3) 与行业客户明确战略合作框架，确定价值场景范围(可签署战略合作框架协议)。
2	设计阶段	2021.2.01 - 3.01	<ol style="list-style-type: none"> 1) 需求对接，明确企业当前网络痛点，制定解决方案，联合创新，积极探索示范试点项目； 2) 联合供应商，完善平台设计及设备选型；在实验室完成设备内场测试联调及对接。
3	进场施工	2021.3.1 - 6.1	1) 设备入场施工部署调测
4	运行验收阶段与二期项目设计	2021.6.1 – 9.1	<ol style="list-style-type: none"> 1) 根据客户需求，实现平台相关功能及运行稳定性； 2) 二期项目需要对接更多服务应用平台，完成整体对接平台设计。
5	宣传推广阶段与二期项目施工	2021.9.1-2021.12.1	<ol style="list-style-type: none"> 1) 尝试输出白皮书，引导行业水平参考架构设计； 2) 建设标准体系，扩大产业可复制空间； 3) 营造生态体系，构筑商业粘性； 4) 打造产业样板间，进一步构筑商业粘性； 5) 二期项目进场施工部署。
6	二期项目集成测试	2022.12.1 –2.1	1) 集成测试，各服务稳定运行达到要求。
7	打造标杆项目、灯塔工厂	2022.2.1 – 2022.3.1	<ol style="list-style-type: none"> 1) 收集用户使用反馈，完善各个系统间交互； 2) 打造企业内部标杆项目，完成 5G 智能灯塔工厂建设

5.2. 测试床实施的技术支撑及保障措施

测试床实施的技术支撑主要围绕行业上游 – 北京博上 – 行业客户三大环节展开相关工作。行业上游供应商，如智能 AGV 小车提供商、5G 智能设备提供商，负责提供工业设备，由北京博上牵头，进行网络接入测试、网络调试、网络搭建等集成工作，同时联合行业客户自有研究院，如三一重卡研究院、三一重卡制造部，展开相关生态建设。北京博上作为 5G 网络技术提供商，与运营商政企客户部紧密合作，依托运营商政企客户部市场资源与市场模式，以达到推广测试床项目的目的。随着专网用户的使用与反馈，不断完善整套系统，吸纳更多行业设备供应商、解决方案集成商，最终形成生态闭环。

5.3. 测试床实施的自主可控性

5G 专网平台支持完全部署在行业客户的内网中，行业用户拥有完全的控制权。由运营商负责协助网络运营，保障网络质量。

六、测试床预期成果

6.1. 测试床的预期可量化实施结果

- 针对厂房网络改造，完成基于独立组网的 5G 专网网络铺设；
- AGV 小车接入 5G 专网；
- AGV 小车通过 5G 专网，与 AGV 主控系统进行通讯；
- 不断集成更多的行业应用服务，打造完善生态平台；
- 完成厂区内跨厂房云互联互通；
- 取得博上 5G 制造业专网核心网平台相关软件著作权。

6.2. 测试床的商业价值、经济效益

结合工业制造行业部分大中型厂区存在数字化、网络化、智能化转型的需求，且制造行业网络相对封闭，需要较高的安全网络能力，不宜接入公网环境的需求特点，引导企业发掘对 5G 移动专网的具体需求；联合合作伙伴、制造装备供应商、网络设备制造厂家，

提供适用于工业生产的终端、模组、系统服务平台、接入设备及网络功能虚拟化网元。结合自建边缘及专网技术，联合运营商，为企业提供专网接入能力。大幅降低行业客户网络基建成本、人员运维成本与人工成本。

同时，本测试床可以给垂直行业客户带来诸多好处：低时延可以使得控制终端反应更灵敏；连接稳定性可以使得终端 7x24 小时在线；高度安全性使得网络本身不易遭受网络攻击；大容量可以支持从几台到几十万台的终端设备接入 5G 无线网络、大带宽可以使得巡检人等高清视频、高清监控的高质量传输。

6.3. 测试床的社会价值

该测试床项目依托北京博上的 5G 移动专网核心网系统，为企业打造自有的 5G 专网网络环境，也通过虚拟化、容器化、网络功能虚拟化等新兴技术，打造灵活、可控以及可靠的网络基础设施，推动了传统制造业数字化、网络化、智能化的转型，也为整个通信行业与行业客户在 5G 网络项目上奠定了合作基础，推进了新型 ICT 技术与制造业的融合、创新与新型项目落地，创造了可持续发展的良性生态环境，也为 5G 专网网络积累了宝贵的实例经验。

5G 专网覆盖，引入了边缘计算的理念，从 5G 终端的接入控制、基站之间移动、以及数据平面等网络功能全部下沉到客户的工厂园区，也初步实现了工业 4.0 的目标。

本测试床初步验证了 5G 技术在工业领域内的可行性、先进性，可以作为工业 4.0 的标杆，进一步在其他工厂进行推广。

6.4. 测试床初步推广应用案例

三一集团重卡事业部是三一集团旗下专注于重型卡车生产的事业部门，通过测试床在三一集团重卡事业部 22 号厂房的落地与实验，推动了整个三一集团的智能化进程。在测试床项目实施的同时，也在三一集团其他事业部，如泵送事业部，集团研究院等部门紧密合作，探索重工制造业在 5G 网络下新型技术方案。通过对传统生产线的改造优化，打造试点标杆项目，加快整个制造业在 5G 网络下的智能化转型，也提供了行业专网在制造业中的可参考范例，积累了宝贵的行业经验。

七、测试床成果验证

7.1. 测试床成果验证计划

整个测试床成果验证计划包含两个方面：

- 端到端 5G 专网网络能力
- 制造业采用 5G 移动专网的能力

7.2. 测试床成果验证方案

- 端到端 5G 移动专网网络能力：
 - 主要对 5G 专网网络接入能力、网络性能、网络连通性进行测试

测试项目：无线网络性能测试
测试目的：验证 AGV 小车运行路线上信号覆盖强度、E2E 时延
预置条件： <ul style="list-style-type: none">a) 5G基站上电，连接5G专网核心网，小区激活。b) 使用5G专网核心网管理平台为测试SIM卡开卡，确保该卡终端能够接入。c) 测试终端上安装无线信号测试工具Celluar-Z和Ping工具
测试步骤： <ul style="list-style-type: none">1) 找一个Android测试手机，插入新开户的USIM卡。2) 测试手机预先下载并安装好Celluar-Z工具和PING工具3) 测试手机沿着AGV环线的行经录像移动，通过Celluar-Z工具观察RSRP4) 测试手机ping监控服务器，观察E2E ping 时延
预期结果： <ul style="list-style-type: none">a) 测试手机成功接入网络。b) 当测试手机沿着机器人轨道路线移动时，RSRP在-110内。c) 当测试手机沿着机器人轨道路线移动时，ping AGV管控服务器时延小于15ms。
测试结果：
结论：

- 行业应用可用性验证
 - 主要测试 AGV 系统在 5G 专网环境下能否正常工作。

测试项目：业务验证
测试目的：验证 AGV 系统是否能够满足日常的需求
预置条件： <ul style="list-style-type: none">a) AGV 小车系统启动，使之沿着轨道正常工作。b) 观察 AGV 管控系统监控大屏，监控结果能否正常显示，正确监控小车信息。
测试步骤： <ul style="list-style-type: none">1) 启动 AGV 小车。2) 观察监控大屏，查看 AGV 小车状态是正确，系统下发运行命令是否成功执行。
预期结果： <ul style="list-style-type: none">a) AGV 小车启、停状态合理，硬件信息、电池信息正确。b) AGV 管控系统下发跟随、停止等控制指令，AGV 小车正确遵从控制指令。
测试结果：
结论：

八、与已存在 AI 测试床的关系

无

九、测试床成果交付

9.1. 测试床成果交付件

阶段目标：三一重卡 22 号厂房，AGV 小车 5G 网络接入替换

最终交付：三一重卡 22 号厂房、新生产线厂房 5G 网络，包含对订单系统、物料管理、物流信息系统的集成。

输出：北京博上 5G 工业制造 4.0 专网网络平台，并取得相关软件著作权。

9.2. 测试床可复制性

该测试床项目可为工业制造网络化、数字化、智能化改造提供有力支撑，可将该项目打造为工业制造 5G 专网项目模版，并为行业内提供相关场景的适配依据。适合大中型制造业有边缘计算、5G 专网需求及安全生产的移动类网络覆盖场景提供完善的解决方案，具有 100%的可复制性。

9.3. 测试床开放性

该测试床项目具备很高的开放性，5G 专网核心网运行在通用硬件平台，不仅可以与企业当前应用平台平滑对接，可以对目前制造业设备进行快速改造，同时也可以使用 MEC 边缘计算接入不同的行业服务应用，可以扩展到大量应用，提升网络能力。

十、其他信息

10.1. 测试床使用者

该测试床项目将部署在湖南长沙三一集团重卡事业部 22 号厂房。

测试床也对工业制造领域有指导意义，工业制造企业可以依照该测试床的场景，搭建 5G 制造业专网。

10.2. 测试床知识产权说明

北京博上网络科技有限公司拥有相关知识产权。

10.3. 测试床运营及访问使用

建设初期，通过专网解决方案模式进行推进，由中国电信湖南分公司进行频谱资源的调配、划分、计费接入以及基础建设，并负责网络建成后的运营维护，设备日常检修，客户投诉处理，故障处理等基础运维。由北京博上提供 5G 专网核心网关键技术，并对工

业应用平台进行对接测试。后期企业客户可以自行进行简单维护，整体维护由湖南电信接手后期运维，由北京博上提供技术支撑。

10.4. 测试床资金

序	预算科目名称	合计（万元）	备注
1	差旅费	5	
2	软件系统服务费	120	包含5G专网核心网及应用平台授权费用
3	硬件设备采购费	80	包含基站设备
4	设备安装费	5	
5	资本化支出	30	
	合计	240	

10.5. 测试床时间轴

序号	阶段名称	时间	主要工作内容
1	可行性研讨	2021.01.01 - 02.01	4) 博上公司进行工业 4.0 行业调研；定位潜在工业 4.0 企业。 5) 企业间深度对接，达成初步意向； 6) 与行业客户明确战略合作框架，确定价值场景范围(可签署战略合作框架协议)。
2	设计阶段	2021.2.01 - 3.01	3) 需求对接，明确企业当前网络痛点，制定解决方案，联合创新，积极探索示范试点项目； 4) 联合供应商，完善平台设计及设备选型；在实验室完成设备内场测试联调及对接。

3	进场施工	2021.3.1 - 6.1	2) 设备入场施工部署调测
4	运行验收阶段与二期项目设计	2021.6.1 - 9.1	3) 根据客户需求, 实现平台相关功能及运行稳定性; 4) 二期项目需要对接更多服务应用平台, 完成整体对接平台设计。
5	宣传推广阶段与二期项目施工	2021.9.1-2021.12.1	6) 尝试输出白皮书, 引导行业水平参考架构设计; 7) 建设标准体系, 扩大产业可复制空间; 8) 营造生态体系, 构筑商业粘性; 9) 打造产业样板间, 进一步构筑商业粘性; 10) 二期项目进场施工部署。
6	二期项目集成测试	2022.12.1 - 2.1	2) 集成测试, 各服务稳定运行达到要求。
7	打造标杆项目、灯塔工厂	2022.2.1 - 2022.3.1	3) 收集用户使用反馈, 完善各个系统间交互; 4) 打造企业内部标杆项目, 完成 5G 智能灯塔工厂建设

10.6. 附加信息

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet