

百度Apollo高精地图由**Map Data**和**云端服务**组成，云端服务包括**OTA服务**和**RRS服务**。Apollo高精地图将这两者融合到一起，以此来支持**车道级应用**、**车道级导航**、**自定位**等自动驾驶应用。

地图数据：一套路网架构

Apollo高精地图系统具有以下4个特征：

- 第一是**Map Data**，百度不仅做高精地图，也做导航地图；
- 第二是**AI技术**，它是保障高精地图质量和效率的基础；
- 第三是**质量**，百度Apollo高精地图采用全流程质量控制，对精度的所有要素要求非常高；
- 第四是**Services**，百度既做高精地图，也做自动驾驶，因此更加适合自动驾驶。

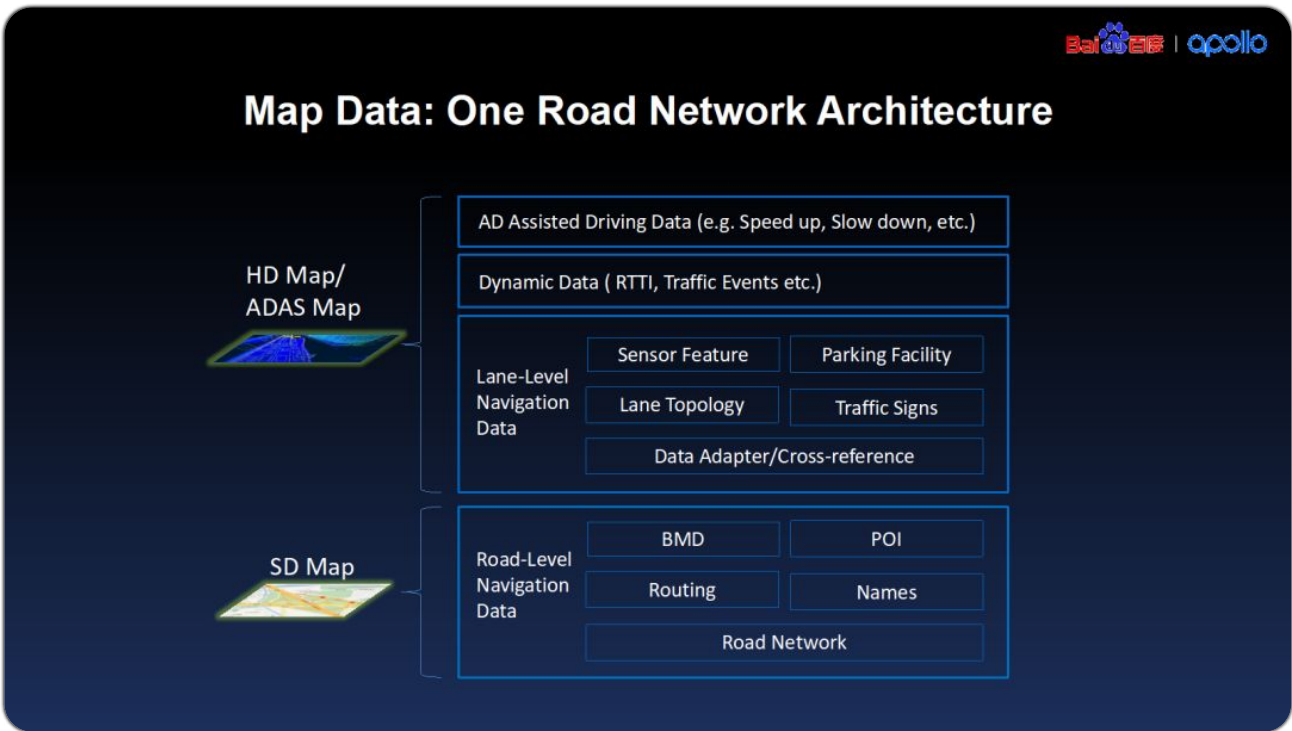


图1 路网架构图

下面看一下Map Data。图1是一套完整的**路网架构图**，它分为两个部分：首先最下面一层是**SD地图**，它是道路层的一个结构，包括POI、BMD、路由等道路层导航数据；往上是**高精地图**部分，包括车道级导航数据结构、动态数据和自动驾驶辅助驾驶数据等。在**车道级数据**层，每个车道都会附上其

一些属性，还有一些像交通标志标牌包括点云、图像的语义化或非语义化信息等。再往上一层是**所有数据之间的关联**，车道级数据跟道路级数据做关联，因此整个数据构成一套网，从而实现100%的关联。其中动态数据提供实时路况、交通拥堵、管制信息等辅助信息。辅助驾驶数据则包括驾驶行为数据，加速、减速等信息。

AI技术：高精地图产品通道

那么，数据是通过何种手段或者通过何种方法做出来的？下面主要看一下整个数据的Pipeline，包括**数据源、后端自动处理、地图标注和验证**以及**地图编译和发布**。

首先，在数据采集阶段，采集车会配备同一套传感器设备采集标准地图、SD地图或高精地图并带回。然后，所采集的数据进入后台进行综合化处理，类似于点云融合、图像识别、点云识别等环节。所有数据加工确认完成以后会经过一个**编译过程**，相当于产品化过程，编译成NDS以及自有格式提供给应用方或者内部应用。



图2 高精地图产品通道

值得注意的是，每公里的点云数据在一个1GB左右，点云数据拿过来要经过**点云融合**和**点云识别处理**。国内有些道路磨损比较厉害，有的道路可能比较宽，超过5车道以后边缘车道线上的点云非常稀疏，对精度影响非常大，这样的道路会进行多次采集，把多次采集结果再进行融合。

我们使用两种方式来提升精度，第一通过CCD相机、全景相机识别，进行一个精度校正，将精度控制在20厘米左右，甚至更高。第二是点云提取结果跟视觉提取结果进行匹配或者校对，以提升精度。

目前，Apollo高精地图能做到识别出**实际车道线**，比如单黄线、双黄线、白线操作类型，还有**护栏**、**路沿**、**隔音墙护栏**类型，以及所有能看到的国标中约定的牌子类型。通过深度学习识别、融合平台，最终标记车道线识别率达到96%以上。

质量：全过程质量控制



图3 全过程质量控制

高精地图的制作对质量要求非常高，因此，在每个步骤引入**检查和质量控制机制**。首先在数据采集阶段，采集成果回来以后，会对其完整性进行检查。三个设备完整的数据包，在轨迹上一定要融合，精度保证在一定范围内，而且时间要对齐，因此非常具有挑战。第二是对云端处理结果做自动化检查的过程，包括识别，召回等检查。再做人工质检，第一自身检查，第二互检，第三会有专门QA去检查，保障每个环节数据有保障。

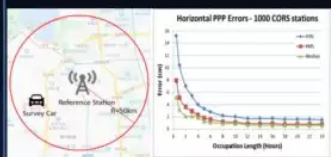


质量：完整精度保证

Baidu 百度 | apollo

Quality: Complete Accuracy Assurance

Base station erection



LiDAR & Image Calibration



Point Cloud Fusion

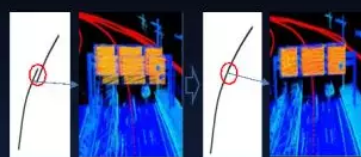


图4 完整精度保证

因为高精地图要求达到**厘米级**。为了获得更高的精度，采集过程中每个基站对准时间在14小时以上，通过基站保障整个采集过程中的**精度**。

此外，所有采集车都进行了标定，统一到同一个坐标系，例如做激光雷达和摄像头之间的标定。点云具有穿透性，采集数据会做一些**点云融合**，能有效把这些数据利用起来，从而提高精度。



质量：专业验证方式

Quality: Professional Verification Methods



图5 专业的验证方式

当前有两种方法来验证精度，一种是**专业测绘**，有专门测绘小组，有专业测绘的设备；第二就是**采用专业设备**，自动化设备，包括AP60设备，精度级更高的测绘级设备，精度都在几个毫米级。两种验证方法目前都在用，第一种方法适合测开阔区域上的一些点；第二种方法适合测覆盖全国高速10%以上的里程。

OTA OTA服务：快速且安全

OTA Services: Fast and Security

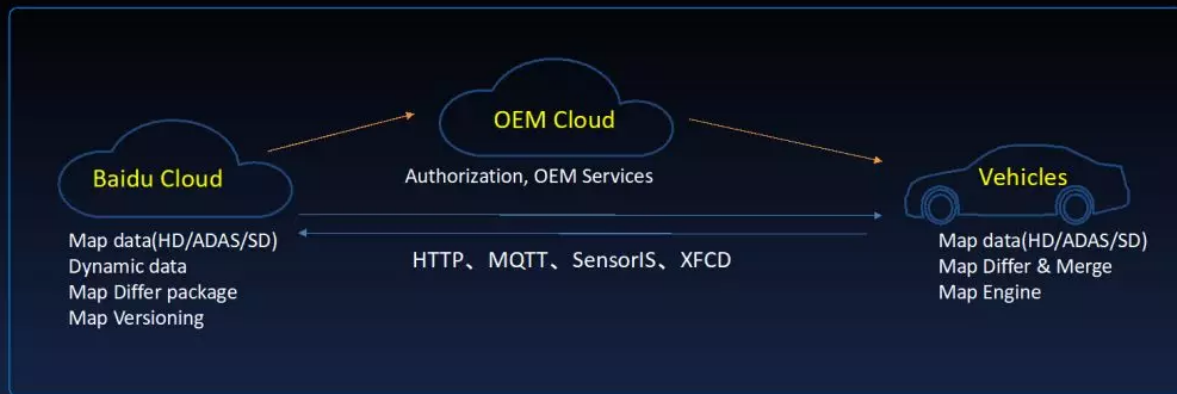


图6 OTA服务

下面是通过OTA Services提供给客户应用。主要是Fast security，这里主要提到几点：一是提供**百度云数据存储、处理服务云端**，同时客户会有一些诉求，需要把数据提供给最终车端，通过云端把数据推送给最终车端。

END