

# 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)[写回答](#)
[互联网](#) [人工智能](#) [汽车](#) [自动驾驶](#) [无人驾驶车](#)

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

不久前新一代 A8 装载了 Level3 级别的自动驾驶技术，距离完全自动驾驶 Level5 还有些距离，想问下自动驾驶想要攻克的核心问题是什么？何时...显示全部 ▾

[关注问题](#)[写回答](#)[+ 邀请回答](#)[10 条评论](#)[分享](#)

...

116 个回答

默认排序 ▾

 **陈光**   
汽车 话题的优秀回答者
**编辑推荐**

3,463 人赞同了该回答

先来一张各大车企自动驾驶技术的分级图，大致了解一下目前已经量产的自动驾驶技术哪家强。

SAE LEVEL	已拥有量产车型的车企
5	无
4	无
3	
2.5	
2	     ...
1	其他车企

奔驰：这儿有点挤啊...

沃尔沃：隔壁那位兄弟，你踩着我脚了...

特斯拉：唉，无敌是多么寂寞

奥迪：Tesla，你对力量一无所知



### teamception

新型项目管理工具  
10人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
违法和不良信息举报：010-82716601  
 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让世界更开放  
我们 © 2019 知乎

## 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



点击免费咨询

### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？](#) 10 个回答

[自动驾驶汽车涉及哪些技术？](#) 37 个回答

[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？](#) 15 个回答

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？](#) 11 个回答

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢](#) 18 个回答

### 相关推荐

 [自动驾驶时代来了，这10家车企已经准备好了](#)  997 人参与

 [无人驾驶背后的牛人们](#)  362 人参与

 [智能驾驶何时能真正到来](#)

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)
[写回答](#)

那么每一级别之间具体的区别和需要克服的难点到底又有哪些？那就一级一级细细道来。

按照国际惯例，谈论自动驾驶级别时必须上一张SAE的分级图。

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
<b>Human driver monitors the driving environment</b>						
<b>0</b>	No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
<b>1</b>	Driver Assistance	the <i>driving mode-specific</i> execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
<b>2</b>	Partial Automation	the <i>driving mode-specific</i> execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
<b>Automated driving system ("system") monitors the driving environment</b>						
<b>3</b>	Conditional Automation	the <i>driving mode-specific</i> performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
<b>4</b>	High Automation	the <i>driving mode-specific</i> performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
<b>5</b>	Full Automation	the full-time performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

图片出处：[LEVELS OF DRIVING AUTOMATION ARE DEFINED IN NEW SAE INTERNATIONAL STANDARD J3016](#)

下面我用给大家解释一下

- 各个级别到底代表着什么样的技术
- 哪些指标能立刻区分汽车属于哪个Level
- 为什么Level越高，对技术的要求越高

### SAE Level 0:

#### No Automation (无自动化)

准确来说，现在我们已经很难看到 Level 0 的汽车了。要么早已报废，要么法规都禁止其上路了。无自动化意味着诸如ABS（自动防抱死）这种现在看来最基本的配置都没有。极端一点，你可以认为Level 0的车就是四个轮子加一个沙发。@吉利

### SAE Level 1:



### teambition

新型项目管理工具  
10人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
违法和不良信息举报：010-82716601  
 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让



### 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



点击免费咨询

### 相关问题

- [自动驾驶技术20年内能实现么？ 10 个回答](#)
- [自动驾驶汽车涉及哪些技术？ 37 个回答](#)
- [考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15 个回答](#)
- [自动驾驶问题很多，未来前景如何？ 11 个回答](#)
- [老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18 个回答](#)

### 相关推荐

- 
[自动驾驶时代来了，这10位大佬这么说](#)
★★★★★ 997 人参与
- 
[无人驾驶背后的牛人们](#)
于欣烈
★★★★★ 362 人参与
- 
[智能驾驶何时能真正到来](#)

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)
[写回答](#)

生活中常见的车基本都属于Level 1。Level 1 称为驾驶员辅助系统，所有在驾驶员行驶过程中，对行车状态有干预的功能都叫驾驶员辅助，都属于Level 1。

比如最基本的ABS，以及在ABS基础上升级而来的ESP，还有高速路段常用的定速巡航、ACC自适应巡航功能及LKA车道保持辅助。

大家买车时，在底盘功能介绍中看到的各种英文缩写，或多或少都是属于SAE 规定的Level 1。

### SAE Level 2:

#### Partial Automation (部分自动化)

Level 2和Level 1最明显的区别是系统能否同时在车辆横向和纵向上进行控制。

如果一个车辆能同时做到ACC+LKA（自适应巡航+车道保持辅助），那么这辆车就跨进了Level 2的门槛。2018款的凯迪拉克CT6拥有的半自动驾驶系统“Super Cruise”就是典型的Level 2级别。

先来看个视频：[凯迪拉克CT6, SuperCruise自动驾驶系统演示](#)

视频中可以看到，该车并不具备主动超车的功能。即目前的Super Cruise仅能实现单一车道内的加减速。

再来说说自动驾驶话题下不得不提的特斯拉。正如我在“[互联网公司和汽车企业都在开发自动驾驶，你更看好谁？](#)”中提到的那样，特斯拉过度夸大了他们系统所具备的能力。

为什么称 Tesla 目前的 AutoPilot 为 Level 2.5?

因为特斯拉具备换道功能。驾驶员在确保安全的情况下，拨动转向灯杆，车辆即可依据该信号实现换道。也就是说，特斯拉的换道操作并不是全自动的，而是把这一块对环境感知的需求交给了人。特斯拉收到变道信号后会由车判断是否可安全变道后才会执行。比如前后车距离太近、实线都不会变道的。

(重点来了！敲黑板)

### 难点：Level 1 ~ Level 2

#### 1. 汽车横向控制和纵向控制配合的舒适性

单独的横向控制（车道保持）或纵向控制（ACC等）技术已经十分成熟，那么两者同时控制时，如何将舒适性做到最优，这就是当前遇到的挑战。

#### 2. 通知驾驶员接管车辆的时机选择

Level 2的系统并不具备较高级别的自动驾驶功能，需要驾驶员实时监控并做好接管的准备。如何以最友好的和最恰当的交互方式通知驾驶员接管车辆，而不影响到驾驶员的心情，需要人机交互攻城狮费尽心思。



### team ambition

新型项目管理工具  
10人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
违法和不良信息举报：010-82716601  
 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让



### 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



**点击免费咨询**

### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？](#) 10 个回答

[自动驾驶汽车涉及哪些技术？](#) 37 个回答  
考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15 个回答

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？](#) 11 个回答

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？](#) 目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18 个回答

### 相关推荐



自动驾驶时代来了，这 1

★★★★★ 997 人参与



无人驾驶背后的牛人们

于欣烈

★★★★★ 362 人参与



智能驾驶何时能真正到来

# 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)[写回答](#)

## SAE Level 3:

### Conditional Automation (有条件自动驾驶)

有条件自动驾驶是指在某些特定场景下进行自动驾驶。比如全新奥迪A8在他们的宣传视频中就限定了十分常见的场景——堵车，该功能叫作Traffic Jam Pilot（交通拥堵巡航），功能描述如下：

当车速小于或等于60公里/小时，用户可以启动道路拥堵状况下的自动驾驶功能。在当地法律允许的情况下，车辆会完全接管驾驶任务，直到系统通知用户再次接管。这也是目前在全球范围内，在实现量产的车型中拥有的最高级别的自动驾驶能力。

引用出处：[全球首款自动驾驶量产车奥迪A8背后的Audi AI](#)

仔细想想，这些功能特斯拉通过升级软件也能实现，为什么只有Audi A8敢宣称自己达到 L3 呢？

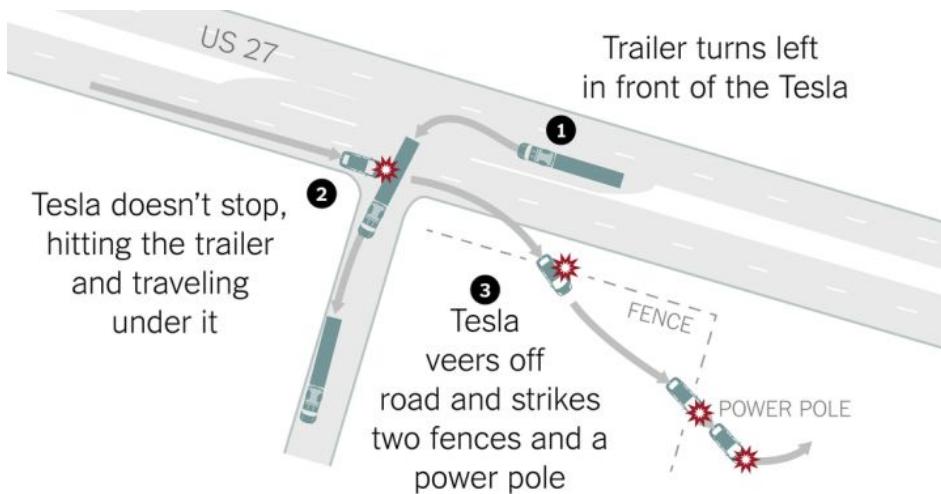
因为L3相比L2最大的进步在于——不需要驾驶员实时监控当前路况，只需要在系统提示时接管车辆即可。这对于自动驾驶技术来说是一个很大的跨越，这也意味着自动驾驶系统代替人类成为了Driver & monitor。驾驶员变为乘客，而乘客是不需要实时监控当前路况的。

## 难点：Level 2 ~ Level 3

### 1. 传感器感知技术

NTSB最近刚发布的，去年五月特斯拉撞卡车交通事故的宣判结果——特斯拉Autopilot的功能限制是导致2016年5月交通致死事故的主要原因，这里的功能缺陷实际上就是传感器感知的缺陷。

AutoPilot 1.0的硬件配置很难处理特殊工况，比如交叉路口。图为特斯拉因传感器感知缺陷未正确识别卡车所导致的事故。



图片出处：[Inside the Self-Driving Tesla Fatal Accident](#)

正是因为传感器感知缺陷这种客观因素的存在，整车厂做自动驾驶时就显得尤为保守，要么增加传感器以加强感知能力，比如全新奥迪A8加的四线激光雷达；要么就通过监视驾驶员的面部状态，确保驾驶员实时观测着前方路况，比如凯迪拉克CT6。

**teamception**  
 新型项目管理工具  
 10人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
 应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
 侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
 违法和不良信息举报：010-82716601  
 下载知乎客户端  
 与世界分享知识、经验和见解  
 让我们一起成长

**海外留学归国就业**  
 从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？](#) 10 个回答

[自动驾驶汽车涉及哪些技术？](#) 37 个回答

[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？](#) 15 个回答

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？](#) 11 个回答

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢](#) 18 个回答

### 相关推荐

 [自动驾驶时代来了，这10款车最有可能率先实现自动驾驶](#) ★★★★★ 997 人参与

 [无人驾驶背后的牛人们](#) 于欣烈 ★★★★★ 362 人参与

 [智能驾驶何时能真正到来](#)

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

上次Apollo发布会，百度当着全中国的面在开放道路测试自动驾驶技术，被请喝茶了。目前中国还是不允许自动驾驶车在开放及高速道路测试的，所以在法规正式发布之前，自动驾驶还只能到封闭的试车场中测试。这一点国外走在前列。

### SAE Level 4:

#### High Automation (高度自动驾驶)

无论是国外的Waymo、Uber还是国内的Baidu L4事业部做的都是Level 4自动驾驶技术的研究。它们的自动驾驶汽车有一个很明显的共同点，就是头上顶着一个大大的激光雷达。如下。



激光雷达提供了极高精度和极其丰富的感知信息，这使自动驾驶车自如处理极端工况成为可能。激光为主，视觉为辅，再加上车上各种功能冗余的传感器及高精度电子地图，在开放道路上实现A点到B点的自动驾驶不再遥远。

### 难点：Level 3 ~ Level 4

#### 1. 传感器成本

激光雷达的成本短期内还降不下来，这也是L4自动驾驶汽车还未普及的重要原因之一。Waymo在今年年初宣布将激光雷达成本降低90%，希望低成本激光传感器早日到来。

#### 2. 极高鲁棒性的自动驾驶算法及稳定的计算平台

Level 4的自动驾驶算法准确性和精确性需要达到，甚至超过人类的认知水平，这就需要的是极具鲁棒性的算法和稳定的计算平台。确保自动驾驶汽车即使遇到突发情况也能较好应对。

#### 3. 高精度地图采集资质

这一项难点国外并不存在，但是国内确实是一个很大的壁垒（国防考虑）。除了大家耳熟能详的BAT有地图测绘资质外，国内有测绘资质的图商寥寥无几。近几年随着自动驾驶的发展，想在国内发展自动驾驶技术，图商说不定会成为稀缺资源。可以的话，推荐大家自己去调研国内有测绘资质的几家图商，买点他们的股票，看涨~

这也是我司和图商合作的一大原因，报道如下。

[上汽携手光庭信息发力高精地图 智能驾驶助汽车龙头“换挡加速”](#)

#### 4. 乘坐人员接纳度

[关注问题](#)
[写回答](#)
**teamception**
**新型项目管理工具**
**10人以下团队免费使用**

[刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护](#)
[应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号](#)
[侵权举报 · 网上有害信息举报专区](#)
[违法和不良信息举报：010-82716601](#)
[下载知乎客户端](#)
[与世界分享知识、经验和见解](#)
[让我们一起2019知行](#)

## 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？ 10个回答](#)

[自动驾驶汽车涉及哪些技术？ 37个回答](#)

[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15个回答](#)

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？ 11个回答](#)

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18个回答](#)

### 相关推荐

 [自动驾驶时代来了，这1](#)   
  997人参与

 [无人驾驶背后的牛人们](#)   
 [于欣烈](#)   
  362人参与

 [智能驾驶何时能真正到来](#)

# 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)[写回答](#)

**Level 5:**

## Full Automation (完全自动驾驶)

相信很多人都会对 L4 和 L5 感到困惑，其实两者很容易区分，观察他们的可行驶范围即可。

大家看下图。

图中的大圆弧是自动驾驶 Level 4 所限定的区域，小圆圈是汽车的感知范围。

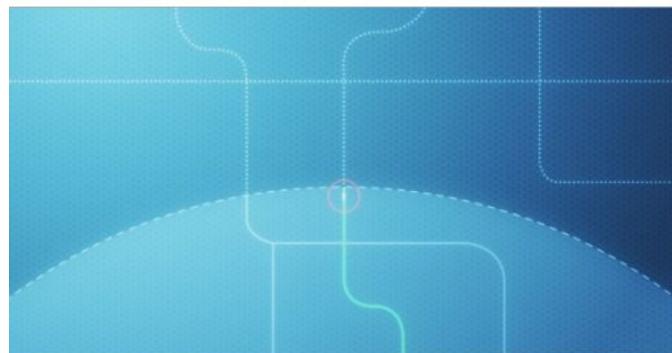
t时刻，汽车依然在大圆弧内，自动驾驶系统正常工作；

t+1时刻，已靠近边界，自动驾驶系统即将失效，并发出警报；

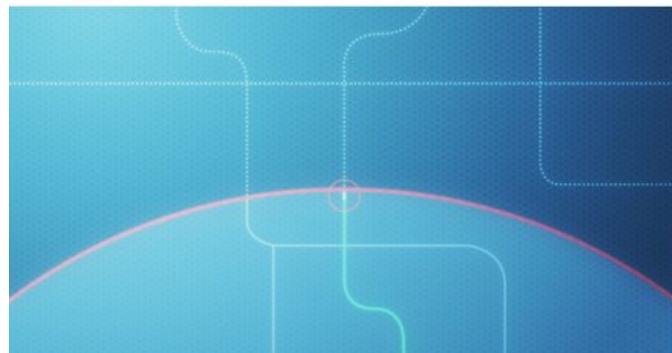
t+2时刻，汽车开出了边界，这时自动驾驶系统完全失效，安全停车。



t时刻



t+1时刻



t+2时刻

图片来源：无人驾驶汽车的黎明 [bilibili.com/video/av12...](https://bilibili.com/video/av12...)



### 新型项目管理工具

10人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护

应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号

侵权举报 · 网上有害信息举报专区

违法和不良信息举报：010-82716601

 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让世界更懂你

联系我们 © 2019 知乎

## 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



点击免费咨

### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？](#) 10 个回答

[自动驾驶汽车涉及哪些技术？](#) 37 个回答

[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？](#) 15 个回答

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？](#) 11 个回答

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢](#) 18 个回答

### 相关推荐



自动驾驶时代来了，这1

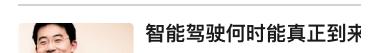
★★★★★ 997 人参与



无人驾驶背后的牛人们

于欣烈

★★★★★ 362 人参与



智能驾驶何时能真正到来

# 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)
[写回答](#)

只要给出一个GPS坐标点，L5的自动驾驶车就能到你指定的地方，无论这地方的法规是靠右行驶还是靠左行驶，自动驾驶车都能轻松应对。即全工况、全区域的自动驾驶。

## 难点：Level 4 ~ Level 5

### 1. 高精度地图众包更新生态

自动驾驶技术十分依赖高精度电子地图，所用到的电子地图一定要确保实时且易于更新。未来每辆车在路上行驶的自动驾驶车，不仅是用于正常通勤，同时也是地图信息的采集车，实时将当前地图信息反馈至云端供其他自动驾驶汽车使用。

以上内容就是自动驾驶研究所需要攻破的难点，暂列这么多，以后想到继续更新。

## 何时能到Level 5?

在这个做预测随时都可能会被打脸的时代，仅做一个保守估计：

L4会在2025年前普及。至于L5，可能不会有，因为造出一个全世界都能跑的车子性价比不高，L4对用户来说已经够了。你真的在乎，在中国能来去自如的某辆汽车，不能在美国跑吗？

分割线

[知乎专栏：无人驾驶干货铺](#)

[更多无人驾驶的内容：](#)

[自动驾驶汽车涉及哪些技术？](#)

[无人驾驶，个人如何研究？](#)

[高精地图对自动驾驶来说有多重要？在自动驾驶上和一般的导航地图有什么区别？](#)

[互联网公司和汽车企业都在开发自动驾驶，你更看好谁？](#)

[如何评价Mobileye和威马汽车的合作？](#)

[更多段子：](#)

[你珍藏了哪些高级黑的段子？](#)

**你这么好看，一定很会点赞~**

编辑于 2017-12-08

▲ 赞同 3.5K

▼

315 条评论

分享

收藏

感谢

收起 ^



**teamception**  
新型项目管理工具  
10人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
违法和不良信息举报：010-82716601  
 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让世界更开放

联系我们 | 2019 知乎

## 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



点击免费咨询

### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？ 10 个回答](#)

[自动驾驶汽车涉及哪些技术？ 37 个回答](#)

[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15 个回答](#)

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？ 11 个回答](#)

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18 个回答](#)

### 相关推荐



自动驾驶时代来了，这 1  
★★★★★ 997 人参与



无人驾驶背后的牛人们  
于欣烈  
★★★★★ 362 人参与



智能驾驶何时能真正到来

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

57 人赞同了该回答

Ask any college student who has heard about autonomous cars what's the bottleneck of autonomous driving. The answer you get will probably be 'perception'.

Yes, you do not need much education on robotics or AI to make that guess.

However, even given the human-level perception, the so-called 'autonomous car' developed in many (I certainly don't mean every) self-driving companies will not reach L4 level intelligence, because of their very primitive decision and planning systems, which are often based on a large set of rules hand-crafted by developers attempting in vain to cover all possible combination of traffics. Such kind of systems would not be considered as AI back in 1960s and usually don't end up well in the real world, I think.

编辑于 2018-12-04

▲ 赞同 57 ▼ 14 条评论 分享 收藏 感谢

 盐选推荐   
知乎 官方帐号

6 人赞同了该回答

本回答节选自电子书，有助于解答该问题。

书名：《人工智能》  
作者：@李开复等

### 自动驾驶的六个级别

和「人工智能」一样，「自动驾驶」也是一个有歧义，经常被人用不同方式解读的概念。

例如，有人喜欢用「无人驾驶」来描述相关技术与应用，但「无人」一词带有鲜明的「100% 由机器操控」的含义，无法涵盖辅助驾驶等初级功能。事实上，许多汽车厂商都把计算机辅助驾驶称为「自动驾驶」。大家应该知道，装配有碰撞告警、车道保持、定速巡航、自动泊车等自动化功能的汽车好多年前就已经开始在市场上销售了，厂家在做广告宣传时，就将这些辅助告诉人类驾驶员，并将辅助完成特定操作（如泊车）的系统称作「自动驾驶」，但这和谷歌研发的全功能的自动驾驶汽车显然不是一个级别的技术。

从中文语义上来说，「无人驾驶」的语义过于狭窄，而「自动驾驶」的语义过于宽泛。即便在英文文本中，「self-driving car」「driverless car」「robotic car」和「autonomous car」等术语之间，内涵和外延也并非完全一致。

从理想的情况看，人类当然希望尽早看到完全「无人驾驶」的汽车取代现有的所有人类司机，但从自动驾驶技术的发展进程看，未来将存在 10 年或更长时间的过渡期，各种不同类型、不同层次的自动驾驶技术将呈现共同发展，各自覆盖不同需求、不同路况、不同人群、不同商业模式的情况。因此，用内涵单一的术语不利于自动驾驶技术目前的发展阶段。

为了更好地区分不同层级的自动驾驶技术，国际汽车工程师学会（SAE International）于 2014 年发布了自动驾驶的六级分类体系，美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）原本有自己的一套分类体系，但在 2016 年 9 月转为使用 SAE 的分类标准。今天绝大多数主流自动驾驶研究者已将 SAE 标准当作通行的分类原则。

SAE 标准将自动驾驶技术分为 0 级、1 级、2 级、3 级、4 级、5 级，共六个级别。具体的级别划分和描述如下页图表所示：

关注问题

写回答

teambition

新型项目管理工具

10 人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护

应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号

侵权举报 · 网上有害信息举报专区

违法和不良信息举报：010-82716601

 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让世界更开放

联系我们 © 2019 知乎

## 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



### 相关问题

自动驾驶技术20年内能实现么？ 10 个回答

自动驾驶汽车涉及哪些技术？ 37 个回答

考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15 个回答

自动驾驶问题很多，未来前景如何？ 11 个回答

老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18 个回答

### 相关推荐

 自动驾驶时代来了，这 1  
 997 人参与

 无人驾驶背后的牛人们  
于欣烈  
 362 人参与

 智能驾驶何时能真正到来

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)
[写回答](#)


刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
违法和不良信息举报：010-82716601  
 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  




### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？](#) 10 个回答

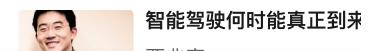
[自动驾驶汽车涉及哪些技术？](#) 37 个回答

[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？](#) 15 个回答

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？](#) 11 个回答

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢](#) 18 个回答

### 相关推荐



[最低 0.3 元/天开通会员，查看完整内容 >](#)

# 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)[写回答](#)

八上首能  
李开复 等  
磨铁出版社  
¥29.99 会员免费  
[电子书](#)

发布于 2019-05-15

[▲ 赞同 6](#)
[▼](#)
[● 添加评论](#)
[↗ 分享](#)
[★ 收藏](#)
[♥ 感谢](#)

收起 ^



张抗抗



汽车、电动汽车 话题的优秀回答者

[♦ 编辑推荐](#)

382 人赞同了该回答

自动驾驶攻破的难点在哪里？这个问题可以分解成两个维度：

1. 纵向维度：L0→L1→L2→L3→L4→L5，哪一步是最难/最关键的？
2. 横向维度：自动驾驶技术范式的三大方面：感知(眼耳鼻)、决策(大脑)、执行(神经、肌肉、四肢)，哪一方面是最难/最关键的？

## 一、从横、纵两个维度认识自动驾驶

在非自动驾驶的情况下：

- **感知**：驾驶员的眼耳鼻等各个传感器，在接收着外界的信息，承担着感知的功能；
- **决策**：驾驶员的大脑根据感知的信息，决定进行加减速、转向等操作，承担着决策的功能；
- **执行**：驾驶员的神经、四肢，以油门刹车与方向盘作为人车交互的两大媒介，与整个汽车系统一起承担着执行的功能。

**什么是自动驾驶？**就是全部或部分地替代驾驶员的感知、决策与执行功能，而替代的程度，就决定了自动驾驶的等级。目前，普通公认的自动驾驶等级标准是SAE J3016，最新版本是2016年9月。有兴趣的同学可在评论中留下邮箱。

新型项目管理工具  
10人以下团队免费使用

刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
违法和不良信息举报：010-82716601  
 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航

点击免费咨询

## 相关问题

- [自动驾驶技术20年内能实现么？ 10 个回答](#)
- [自动驾驶汽车涉及哪些技术？ 37 个回答](#)
- [考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15 个回答](#)
- [自动驾驶问题很多，未来前景如何？ 11 个回答](#)
- [老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18 个回答](#)

## 相关推荐

- [自动驾驶时代来了，这 1](#)

★★★★★ 997 人参与
- [无人驾驶背后的牛人们](#)

★★★★★ 362 人参与
- [智能驾驶何时能真正到来](#)

★★★★★ 1014 人参与

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

L0- 无自动辅助功能

L1- 转向或者加减速实现一条，驾驶员要时刻关注驾驶过程

L2- 转向和加减速都实现，驾驶员要时刻关注驾驶过程

L3- 不需要驾驶员监督，但在出问题时需要驾驶员介入

L4- 不需要驾驶员监督，但仍然有一定局限，在出问题时能够自动靠边

L5- 全自动驾驶，只要在地球上用地图的地方，全部都能自动驾驶

(L6)- 展望一下，在火星上也能开？

是不是还不太友好？我再用粗俗的语言来翻译一下：

L0 - 驾驶员同学：你来开，我不参与。

L1&L2 - 驾驶员同学：我能感知到周围环境，也有一定的决策能力，所以我可以帮你踩油门刹车或帮你打方向盘(L1)，甚至这两活我都帮你做了(L2)。但是，我归我开，这属于帮忙，你得盯着，因为丑话说在前面：出了紧急情况我也不一定能辨识出来，所以我也概不负责。发生在特斯拉身上的、谁来负责的一个生动案例：[还原特斯拉致命事故现场，美国交通局是如何「断案」的？](#)

L3 - 驾驶员同学：我帮你开，你不用盯，我都能辨识，能处理的也就帮你处理了；我辨识不出来的，我的责任，你或你的家人可以找我来索赔；但是，我辨识出来的紧急情况超出我的处理能力/伦理道德权限的时候，就会提醒你开，我提醒之后，责任就是你的了，我不负责。

L4 - 驾驶员同学：我辨识，我开，你该干嘛就干嘛去，放心，我不会打扰你的；如果实在出了状况，我至少是帮你停路边，保你一条小命。

L5 - 驾驶员同学：这个车，就是我开，没你什么事；说难听点，就你这水平实在是不配开车，让你开就是危害公共安全，如果说我是专业九段，你最多是业余二段；你非要开？对不起，方向盘与油门我已经卸了，你想开也没法开。如果你犯了开车瘾了，出门右拐200米的旅行社，有内蒙古呼伦贝尔草原三日游，特色项目可以骑马与开车二选一。

**二、纵向的L0→L5，哪一步最关键/最难？**

**L0→L1:**

汽车从仅有执行的功能，进化成具备感知与决策的能力，这是从0到1的过程，当然很重要，而这已经人类目前已经走过的历史了，不是当下最关键的了。把自动驾驶比喻成一个人的话，这是婴儿从呱呱落地到认识这个世界、学会语言的过程。

**L1→L2:**

只是纵向控制和横向控制的区别，相当于我做了一个功能再去做另外一个功能，这个难度并不大。当然，涉及到量产就要考虑到系统工程，汽车还要考虑成本，要做的工作还是不少的。这是高中生学文、学理，还是文理兼修的区别。

现在能达到L2的车型已经挺多了，各大品牌的中高端车型，例如JEEP自由光、沃尔沃等等，当然也包括大名鼎鼎的Tesla。正因为L2没那么稀奇了，所以才有动力要搞出L2.5这样的概念。

**L2→L3:**

敲黑板了，这是一个质变的阶跃点，也是一个有很多猫腻的点。L2与L3关键就在于：自动驾驶是否有足够的自信，来确保自己的感知与决策能力是与人类相当的、至少是满足法律要求的、做出承诺不会使企业倒闭的。假如一辆车的整个生命周期，会遇到10000次危险情况，L2会声称自己可以辨识出9900个、9990个、9999个，但就是不敢承诺可以到100%——否则就是L3了。这是学霸与学

关注问题

写回答



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护

应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号

侵权举报 · 网上有害信息举报专区

违法和不良信息举报：010-82716601

 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让  
我们  
2010 知乎



相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？](#) 10 个回答

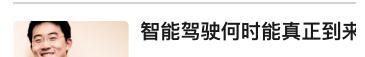
[自动驾驶汽车涉及哪些技术？](#) 37 个回答

[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？](#) 15 个回答

[自动驾驶问题很多，未来前景如何？](#) 11 个回答

[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢](#) 18 个回答

相关推荐



## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)
[写回答](#)

99%与100%之间的鸿沟是如此之大，难以跨越，使得不安分的公司开始搞点猫腻，L2.5啊、L2.X啊这些概念都出来了。我想说的是，只要未到L3，L2.9999都可以说是厂家自己往自己脸上贴金，L2到L3的界限是非常明显的，需要驾驶员时刻保持警惕的，就只能是L2。

所有L3以下的自动驾驶（例如特斯拉一直引以为傲的L2.5）一般是下面这个画风，这位大叔手脚都很轻松，但是眼睛目视前方，神情有些紧张，不敢太过放松。在这种情况下，王者荣耀只能打快速战斗，不能打排位，否则要么分分钟掉到青铜，要么太专注了小命不保。这是真正的自动驾驶吗？从个人感受来说，我不这么认为。所以我认为L2→L3是一个“从无到有”的过程。

而到了Level3，就是下面这种画风。比如在L3的全新奥迪A8上，一家之主可以享受着自己带家人出游的乐趣，同时还可以拿着笔记本完成一些简单工作，可以同时享受带着全家人出游的乐趣，同时还能处理工作事物。

目前来说，量产版发布L3的，只有全新奥迪A8，这辆车也是目前量产车所能达到自动驾驶的最高水平。但是L3所存在的问题是，如果一旦系统出现无法hold的情况，需要驾驶员接管，所以在开车时只能进行一些简单的工作，比如处理个流水邮件，给知乎上的妹子点个赞之类，是没问题的。但深入思考某个投资问题，或者打王者荣耀要冲最强王者，那还是不太现实的。

### L3→L4：

L4和L3的区别在于，L3在系统出问题时需要人接管，而L4可以自己handle所有特殊情况。换句话说，从乌镇到上海俩小时，L3的自动驾驶可能中间10分钟需要驾驶员接管，而其他时候可以忙一些工作上的事情或者休息，即使不接管也没事，最多给你抗议一下停到路边。也就是说，L2到L3解决的是“从无到有”的问题，而L3到L4是“从不全面到全面的问题”。


  
**team ambition**  
 新型项目管理工具  
 10人以下团队免费使用

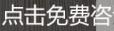


刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
 应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
 侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
 违法和不良信息举报：010-82716601  

 下载知乎客户端  

 与世界分享知识、经验和见解  
 让我们


  
**海外留学归国就业**  
 从0到搞定Offer 我们为你保驾护航


 点击免费咨询

### 相关问题

- [自动驾驶技术20年内能实现么？ 10 个回答](#)
- [自动驾驶汽车涉及哪些技术？ 37 个回答](#)
- [考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15 个回答](#)
- [自动驾驶问题很多，未来前景如何？ 11 个回答](#)
- [老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18 个回答](#)

### 相关推荐

- 
自动驾驶时代来了，这1

★★★★★ 997 人参与
- 
无人驾驶背后的牛人们

于欣烈
- 
智能驾驶何时能真正到来

—

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

个级别，驾驶员无需关注任何驾驶工况，车辆可以自行控制。

### L4→L5：

那么从L4到L5又有哪些变化呢？还是以引子中的乌镇—上海中环某地为例。这一路，申嘉湖最开阔，路况好没有车；G60车比较多，但灵活变道的话，还是可以开得比较顺畅；而沪闵高架就比较拥堵了，尤其是几个出口入口的地方，动不动有插队现象（Level5的插队水平可能比驾驶员还强，也许会有：360汽车，超强插队能力的汽车-\_-!）；到了中环，又是车多但基本畅通的情况。对于一个不认真开车的老司机来说，申嘉湖很简单，中环G60还凑合，沪闵高架比较难，可见这是一个评判司机好坏的标准。对于自动驾驶来说，路况的复杂程度也是考量自动驾驶深度的一个很重要维度。这就是Level4和Level5的区别。在J3016中，Level 4的描述特地举了个例子，比如去固定的地方接人，通过固定的路径。

### 做个概括：

如果说L2是学霸，L3是学神；那么L4就是大师，能识别出所有危急情况，而且知道自己以及行业内的能力边界——哪些事情是目前能力还做不到的，或者是因为法律、伦理因素自己不适合做的（譬如是撞死一个人还是撞伤五个人的抉择），交给驾驶员；

而L5就是爱因斯坦+Alpha Go，已经是驾驶领域的神，在面临危急情况的时候，会做出一些莫名其妙的举动，就像围棋中Alpha Go走出的人类无法理解的神来之笔，但就是完成了人类完成不了的动作，避免了事故；甚至平时去夹塞，都比人夹得好。

如果一个人能成长为大师，L2→L3是最难的，相当于是模拟考试徘徊在985与211之间的高中生，冲击一下想考上清华北大，而全新奥迪A8率先实现了量产Level3，相当于是高二竞赛提前录取了，占据了先机。如果是沿着现有的理论框架走到L5，L2→L3和L4→L5是最重要的。也不排除，为了达到L5，要突破现有的Level体系才能实现。

总之：L2→L3：真正意义自动驾驶的“从无到有”；L3→L4：从“不全面到全面”；L4→L5：从“不完美到完美”。

笔者认为，L4→L5的意义大于L1→L2与L3→L4，但小于L2→L3。

### 三、横向维度：感知、决策与执行，哪一步最难/最关键？

[关注问题](#)
[写回答](#)
**teamception**
**新型项目管理工具**
**10人以下团队免费使用**


刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护

应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号

侵权举报 · 网上有害信息举报专区

违法和不良信息举报：010-82716601

 下载知乎客户端  
与世界分享知识、经验和见解  
让世界更开放

[联系我们](#) [2019 知乎](#)

## 海外留学归国就业

从0到搞定Offer 我们为你保驾护航



点击免费咨询

### 相关问题

[自动驾驶技术20年内能实现么？ 10 个回答](#)
[自动驾驶汽车涉及哪些技术？ 37 个回答](#)
[考虑到自动驾驶技术的普及，2019年有必要学习汽车驾驶吗？ 15 个回答](#)
[自动驾驶问题很多，未来前景如何？ 11 个回答](#)
[老司机碰到自动驾驶是怎样的体验？目前有哪些自动驾驶技术令老司机真心喜欢 18 个回答](#)

### 相关推荐


[自动驾驶时代来了，这1](#)
★★★★★ 997 人参与

[无人驾驶背后的牛人们](#)

于欣烈

★★★★★ 362 人参与

[智能驾驶何时能真正到来](#)

## 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5?

[关注问题](#)
[写回答](#)

此展开，只简要写写其中一个点：从技术范式来看，自动驾驶主攻的是感知与决策，执行不就是油门刹车与方向盘两个输入信号吗，为什么也会成为一个难点、甚至成为传统车企狙击互联网车企的护城河呢？

原因在于：

在L0→L5的过程中，由于自动驾驶的加入，系统变得越来越复杂，而且大部分是与安全强相关。这就要求系统的安全性提出了更高的要求，如果仅通过提高可靠性的方法来实现，则成本会急剧增高，这时候就需要通过功能安全(function safety)的方式，在成本可控的情况下保障安全性。

与自动驾驶等级相似，功能安全也分ASIL A→D 4个等级，有论文甚至提出由于自动驾驶太危险了，出了事儿不仅自己完蛋，周围人也完蛋，建议给自动驾驶功能新出一个ASIL E等级。这是什么概念？要知道，目前还没有任何一家汽车公司可以达到ASIL D的水平(2015年的信息)，那达到ASIL E是何其难？

也就是说，自动驾驶虽然重点在感知与决策，但由于强安全性与高系统复杂度，使得执行控制也成了一个技术难点，而这一点是传统车企的优势。正因为如此，全新奥迪A8成了第一个达到量产L3水平的车型，也就不足为奇了。

编辑于 2017-09-29

[▲ 赞同 382](#) [▼](#) [68 条评论](#) [分享](#) [收藏](#) [感谢](#)

收起 ^

 小皮熊  
自动驾驶路径规划工程师

11 人赞同了该回答

### 一、为什么说自动驾驶很难做呢？

对于计算机视觉需要解决的问题：找出图像中有几个狗，在什么位置，理解视频中的狗在做什么，一般人都是在 6 岁以前可以掌握。

对于语音识别需要解决的问题：区分音频中的是猫叫还是狗叫，或者从一段音频中找出哪部分有狗叫，一般人也可以在 6 岁之前掌握这项技能。

而对于驾驶车辆来说，一般人确实在 18 岁之后才被允许开车上路，并且事前需要进行体检，而且违反交通规则还需要扣分罚款，甚至吊销驾照。可以看出，手动驾驶都是成人才具有的能力，并且对成人也是个考验。更何况自动驾驶。

### 二、驾驶车辆的难度之高，其原因是什么呢？

1、车辆驾驶对司机的要求非常全面：比如视力好，能区分哪些是车哪些是人，需要会规划路径，需要记住地图，还得能理解交通规则，甚至需要和其他司机或者警察交流。

2、容错率极低，几乎为 0：人命关天，必须非常谨慎。

发布于 2018-11-09

[▲ 赞同 11](#) [▼](#) [4 条评论](#) [分享](#) [收藏](#) [感谢](#)

收起 ^

teamception  
新型项目管理工具  
10人以下团队免费使用



刘看山 · 知乎指南 · 知乎协议 · 知乎隐私保护  
应用 · 工作 · 申请开通知乎机构号  
侵权举报 · 网上有害信息举报专区  
违法和不良信息举报：010-82716601  
儿童色情信息举报专区  
证照中心  
联系我们 © 2019 知乎