全彩图解

引领未来

停车神器

——AGV机器人停车系统

TINGCHE SHENQI

——AGV JIQIREN TINGCHE XITONG

王　勇　宋少云　编著

湖南大学出版社
HUNAN UNIVERSITY PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

TINGCHE SHENQI

——AGV JIQIREN TINGCHE XITONG

停车神器

——AGV 机器人停车系统

王　勇　宋少云　编著

湖南大学出版社 · 长沙

内 容 简 介

本书从停车场系统和AGV（automated guided vehicle，自动导航运输车）技术的发展脉络入手，重点介绍了目前主流厂家的停车AGV产品和应用AGV停车技术的智能停车场系统。应用AGV停车技术对城市中心区域老旧停车场进行立体化改造既可以扩大车位容量，又可以提升停车服务体验，还可以产生可观的经济效益和良好的社会效益，是本书针对城市“停车难”问题提出的一种可行的解决方案。

本书可作为智能停车系统专业研发人员的参考资料，也可作为行业内的交流和推广材料。

图书在版编目（CIP）数据

停车神器：AGV机器人停车系统/王勇，宋少云编著. — 长沙：湖南大学出版社，2020.8

ISBN 978-7-5667-1966-9

Ⅰ.1.停… Ⅱ.①王…②宋… Ⅲ.①自动停车装置—应用—停车场—自动化系统 Ⅳ①U284.45 ②U491.7

中国版本图书馆CIP数据核字（2020）第132241号

停车神器——AGV 机器人停车系统

TINGCHE SHENQI——AGV JIQIREN TINGCHE XITONG

编　　著：王　勇　宋少云
策划编辑：卢　宇
责任编辑：冯　英
印　　装：长沙市雅高彩印有限公司
开　　本：787mm×1092mm　1/16　　**印张：**8.75　　**字数：**195千
版　　次：2020年8月第1版　　**印次：**2020年8月第1次印刷
书　　号：ISBN 978-7-5667-1966-9
定　　价：68.00 元

出 版 人：李文邦
出版发行：湖南大学出版社
社　　址：湖南·长沙·岳麓山　　**邮编：**410082
电　　话：0731-88821559（发行部） 88821315（编辑部） 88821006（出版部）
传　　真：0731-88649312（发行部） 88822264（总编室）
网　　址：http://www.hnupress.com

版权所有，盗版必究
图书凡有印装差错，请与发行部联系

序

Foreword

“车位小事是民生大事”，解决停车难这一阻碍城市发展的全球性难题，需要政府、企业、社会和百姓等立体协同，“科技＋服务”是根本的解决途径，以物联网、大数据、人工智能等新兴战略前沿技术为核心的智能停车系统是大势所趋。

结合立体车库和 AGV（automated guided vehicle，自动导航运输车）技术的 AGV 机器人停车系统近年来在国内外兴起并迅速发展为行业热点，德国、法国等在机场、商业区已有成功应用案例，我国多个城市实施了示范应用项目并布局产业发展。目前，市场实践走在前面，技术原理和成果总结相对滞后，行业内缺少一本系统、深入地介绍 AGV 技术和智能停车系统技术原理及应用成果的专门论著。为此，本书梳理了停车场系统的历史沿革，介绍了智能停车场和 AGV 技术，研究了 AGV 机器人停车系统，填补了行业空白。

本书提出的机械举升结构停车 AGV 可以适应更低的室内停车场层高，研发的停车系统提供了面向城市中心商圈、老城区、医院等空间受限场景的智能停车解决方案。

本书可作为智能停车系统专业研发人员的参考资料，也可作为行业内的交流和推广材料。

张鄂苏

2020 年 7 月

前言

Preaface

“为解决人类的停车难而努力奋斗！”这是湖南神鼎科技有限公司（简称“湖南神鼎科技”）的座右铭。

中国公安部交通管理局的数据显示，截至2019年，中国汽车保有量已达2.6亿辆。汽车保有量超过100万辆的城市共有66个，其中30个城市超200万辆，11个城市超300万辆。超300万辆的城市分别是北京、成都、重庆、苏州、上海、郑州、深圳、西安、武汉、东莞、天津，其中北京、成都汽车保有量超过500万辆。而中国城市汽车与停车位的平均比例约为1 ： 0.8，远低于发达国家的1 ： 1.3。虽然从2010年以来，各大城市在建设规划中强调要增加停车位供给，但是停车位供给的增速远远跟不上汽车保有量的增速。“停车难”已经成了现代都市的一大社会问题。加大停车位供给、通过互联网平台实现车位共享、推广机械式停车位，以充分利用空间提升停车位数量、大力发展公共交通分散中心城区停车需求等措施一时间都被提出来讨论。但2019年的新冠病毒疫情让公共交通陷入尴尬的境地，私家车需求将进一步增加，城市汽车保有量应有所回升。

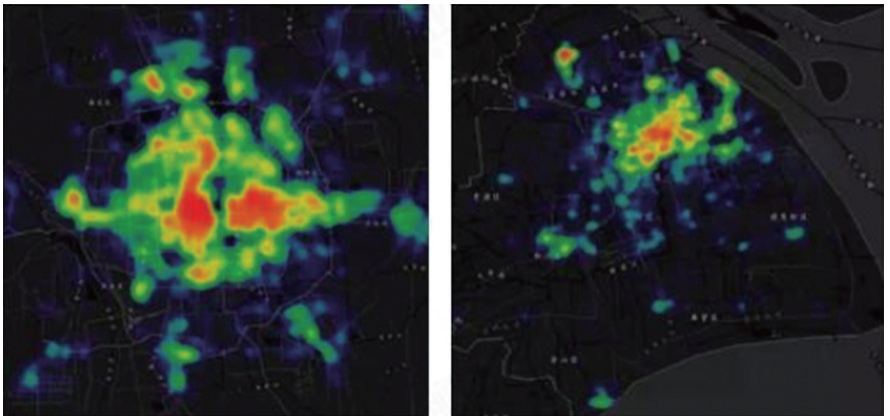
2018年9月，国家发展和改革委员会（简称“发改委”）召开专题新闻发布会，表示要“确保把有限的资金投向那些能够增加有效供给、补齐发展短板的领域，推动实现高质量发展”。国家发改委基础司副司长马强表示，我国交通基础设施还存在不少短板弱项，发展空间较大，是促进有效投资的关键领域。在2018年底召开的中央经济工作会议上，“新型基础设施建设新基建”的概念也被首次提出。会议指出要“发挥投资关键作用……加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设，加大城际交通、物流、市政基础设施等投资力度，补齐农村基础设施和公共服务设施建设短板”。2019年7月30日，中共中央政治局会议要求，“稳定制造业投资，实施城镇老旧小区改造、城市停车场、城

乡冷链物流设施建设等补短板工程，加快推进信息网络等新型基础设施建设”。城市停车场建设作为“新基建”的重要内容，在政府决策层面受到关注。

多年以来，地方政府在解决停车难问题上，推行了诸如停车场建设 PPP（Public-Private Partnership，政府和社会资本合作）机制、新建停车位补贴、简化新建停车项目审批流程等政策举措，甚至为此组建了政府的二级机构：停车办公室，专管城市停车的发展、规划、建设和管理工作。上海停车网 2020 年 3 月 24 日发布的《重点城市 2020 年停车工作计划（第一批）》中列举了全国 12 个重点城市的 2020 年政府工作报告、国民经济和发展计划、部门工作会议和工作计划中与停车有关的工作任务和计划安排，其中增加停车位、重点换乘区域停车场建设、老旧停车场改造、智慧停车仍然是各大城市解决停车难问题的首选项。

由于可以充分利用空间提升停车位数量，机械式立体车库在全国各大城市都取得了一定的发展。据统计，2018 年，全国累计拥有机械式立体停车位近 543 万个；2019 年全国新增机械式立体车库项目 2 552 个，新增机械式停车位 89.35 万个。来自前瞻产业研究院《2019 年中国停车行业市场现状及发展趋势分析　停车位供不应求　资本市场回暖》的分析报告数据显示，2018 年全国停车位约为 9233 万个，理论停车位需求量为 3.12 亿个，缺口仍然很大。

在 2018 年北京、上海停车场热力图中，可见部分 CBD（central business district，中央商务区）停车场热度远高于周边住宅小区停车场热度。而且受限于建筑土地供给量，CBD 通过新建停车场项目增加的停车位数量有限。即使可以



（a）　　（b）

2018 年北京（a）、上海（b）停车场热力图

来源于前瞻研究院《2018 年中国停车行业发展白皮书》。

不顾及用户用车停车体验（车辆往往需要停放在离办事点很远的地方），利用智慧停车、共享车位引导一部分车辆分流至 CBD 周边闲置停车位，也无法满足中心城区的停车需求。

杭州于 2016 年开始实施城市数据大脑计划，利用云计算、大数据等科技，对出行、道路、交通管理、停车统一进行规划指导管理，倡导利用公共交通、网约车出行，停车先离场后交费。2018 年杭州机动车保有量约 288 万辆，停车位约 70 万个，其中对外开放停车位约 18 万个，配建等不对外开放停车位约 52 万个，停车位缺口巨大。通过利用 APP 线上管理全部 70 万个车位、网约停车服务虽然可以盘活停车位存量，但是写字楼、老旧小区和商圈等热点地区的停车难情况并没有得到明显改善。

机械式立体车库虽然能在有限空间内大幅度增加停车位数量，也可以用建筑美学来解决其与周边环境融合度问题，但是经过多年的运维使用，机械式立体车库致命的缺点也突显了出来。机械式立体车库故障率较高，维护期间不能使用（存取功能都无法使用）；取车时间长，高峰期取车甚至需要等待 30 min，用户体验感差；建设一次性投入大，在停车周转率不高的情况下，投资回报周期过长。目前市面上很多机械式立体车库在运行了不长时间之后，就空置在一边成了摆设，不但没有起到建设规划时想要起到的作用，反而造成了空间的巨大浪费。此外，机械式立体车库的层高必须在 3.6 m 以上，老旧车库在改造时无法容纳该设备。

利用移动互联网和云平台，倡导车位共享，只是盘活存量，降低停车位空置率，它无法提供增量，因此无法从根本上解决停车难问题。停车的难度就是我们 AGV（automated guided vehicle，自动导航运输车）机器人飞翔的高度！

近几年随着移动互联网和 AGV 技术的发展，国内外出现了不少用 AGV 来代客停车的商业应用场景。它通过客户端 APP 进行停车预约和取车预约，停取车过程由 AGV 代劳，极大地提升了用户体验。同时，由于使用 AGV 停车，停车间距可以大幅缩小，使得在相同建筑面积的情况下，停车场的平面停车数量提升 30%~60%。另外由于停取车过程由电力驱动的 AGV 代劳，这样可以让停车过程中的燃油消耗和碳排放降至“零”，该技术在大幅推广应用的情况下，在节能减排方面产生的社会效益也是巨大的。

随着技术的发展，使用 AGV 机器人停车系统可以实现两层立体停车，在相同的建筑面积下，相较于传统的平面停车场，停车数量可以进一步提升，达原车位数量的 180%~230%；盘活了存量，扩大了增量，可谓一举多得。由于 AGV

和车位子系统各自独立，在某个 AGV 或者车位子系统出现机械故障时，不影响其他 AGV 和车位子系统的工作。在维修过程中，停车场可以照常运行。而且 AGV 机器人停车系统的自动化程度高，可以完全实现人车分流，安全性有保证。同时，由于取车可以提前预约，这样大幅减少用户取车等待时间，从而进一步提升用户体验。用户体验感才是 AGV 机器人停车系统的灵魂所在，一边是找车位难、找车子难、进出排长队，一边是享受五星级宾馆似的停车服务。在流量消费向体验消费过渡的时代，AGV 机器人停车系统将大行其道！

AGV 停车技术天生就是高信息化、高智能化的，它的出现和发展与移动互联、人工智能技术的发展紧密相关，在未来 5G、物联网、大数据以及人工智能的发展大潮中，它必将蓬勃发展。在 AGV 机器人停车系统研发的竞争中，中国已走在世界前列，而且中国具备了大量的应用场景，这将是世界级的盛宴，又一个万亿级的蓝海！欢迎中国的企业家和科技工作者争做停车界的“阿里巴巴”！向全世界进军！

本书试着在行业发展变化大潮来临之前，沿着停车服务行业发展历史和现状，对智能停车场技术和 AGV 停车技术及其应用进行分析、介绍，同时对未来一段时间的行业发展趋势进行展望。书中还穿插介绍了典型的机械式立体车库技术的应用情况，以及各自优缺点对比分析。全书基于作者对整个停车服务行业技术发展的调查、分析，并结合近期产品开发工作实践而完成。同时本书在编写过程中，参考了大量行业研究分析报告、专利文献、企业产品介绍以及技术论坛的资料，谨向被引用的报告、文献资料的作者、企业、网友表示衷心感谢！

由于本书成书时间短，介绍的内容较多，以及自身学识、经验有限，书中难免有谬误或疏漏之处，敬请专家、读者批评指正。

作者

2020 年 6 月于长沙

目次

Contents

1 停车场与停车场系统 001

1.1 停车场的主要形式 001

1.1.1 升降横移式立体停车场 003
1.1.2 巷道堆垛式立体停车场 004
1.1.3 垂直升降式立体停车场 005
1.1.4 多层塔楼式立体停车场 006
1.1.5 垂直循环式立体停车场 007

1.2 停车场系统的历史和发展 008

1.3 停车场系统的基本组成 009

2 智能停车场系统的主要组成 010

2.1 出入口部分 010

2.1.1 道闸 010
2.1.2 地感线圈车辆检测器 011
2.1.3 车牌识别一体机 012
2.1.4 车牌识别技术 012

2.2 场区部分 013

2.2.1 视频车位检测器 013
2.2.2 地磁车位检测器 014
2.2.3 入口信息屏 014
2.2.4 室内引导信息屏 015
2.2.5 反向寻车设备 016
2.2.6 视频车位引导系统 016

2.3 中控管理部分 017
2.3.1 客服岗亭 017
2.3.2 停车场管理软件系统 017
2.4 停车场系统信息传输技术 019
2.4.1 通信的基本模型 019
2.4.2 系统常用线缆 020

3 停车 AGV 021
3.1 AGV 简介 021
3.1.1 AGV 的发展简介 021
3.1.2 AGV 的应用范围 023
3.1.3 AGV 的种类 024
3.1.4 AGV 的关键部件 025
3.1.5 AGV 的驱动技术 027
3.1.6 AGV 的定位和导航技术 028
3.1.7 多 AGV 的调度技术 029
3.2 停车 AGV 的主要结构形式 030
3.2.1 平面搬运式 031
3.2.2 立体式 032
3.3 主流厂家停车 AGV 产品介绍 033
3.3.1 德国 Serva Transport Systems GmbH RAY 停车 AGV 033
3.3.2 法国 Stanley Robotics 公司 Stan 停车 AGV 035
3.3.3 深圳怡丰停车 AGV 037
3.3.4 深圳力侍停车 AGV 045
3.3.5 上海汇聚自动化停车 AGV 048
3.3.6 广州达泊停车 AGV 049
3.3.7 杭州西子智能停车 AGV 055
3.3.8 湖南神鼎科技停车 AGV 056
3.4 主流厂家停车 AGV 产品结构对比分析 062

4 应用 AGV 停车技术的智能停车场系统 066

4.1 应用 AGV 停车技术的智能停车场系统主要构成 066
4.2 出入口子系统 068
4.3 交换区子系统 069
4.4 客服与管理中心 070
4.5 停车位子系统 070
4.6 通信子系统 074
4.7 场内辅助定位系统 074
4.8 消防和监控子系统 075
4.9 收费子系统 075
4.10 客户端 APP 应用系统 076
4.11 客服管理系统 077
4.12 停车场管理软件系统及多停车场管理的云端管理系统 078
4.13 应用 AGV 停车技术的智能停车场系统与一般智能停车场系统比较分析 079

5 停车行业业态发展展望 082

5.1 服务业态发展 083
5.2 技术业态发展 083

附录 085

附录 1：AGV 停车技术相关专利索引列表 085
附录 2：有关停车场建设的指导性意见及政策 124

后记 127

1 停车场与停车场系统

1.1 停车场的主要形式

停车场指的是供停放车辆使用的场地。停车场的主要任务是保管停放车辆。停车场主要按停车形式、车位结构形式来区分。停车形式通常有机械助力式和车辆自力式：依靠机械装置的动力将车辆安置到停车位的停车场，称为机械助力式停车场；车辆自力式停车场就是完全依靠车辆动力自行行驶到停车位的停车场。车位结构一般可以分为两种：平面车位、立体车位。平面车位多由车辆自力停放，为了提升停车服务的客户体验感，目前也有 AGV 助力平面车位，如北京大兴国际机场新采用的珠海丽亭智能科技有限公司（简称“丽亭智能”）RAY 停车 AGV 建成智能平面停车场。立体车位通常是指在同一个车位位置上通过建设建筑构架，让该车位在垂直的空间上可以停放多辆车辆。立体车位多由机械助力停放，比如平面横移、垂直循环等。为了提升客户停车体验或者适应地下车库改造应用场景，最新研发的也有 AGV 助力二层立体车位停车场，如南京夫子庙采用的深圳怡丰自动化科技有限公司（简称“深圳怡丰”）的梳齿式停车 AGV 和巷道堆垛式立体停车场建造的平面和立体混合型停车场，以及采用深圳力侍技术有限公司（简称“深圳力侍”）及湖南神鼎科技开发的具有搬运和举升功能停车 AGV 的二层立体车位停车场。AGV 及 AGV 停车技术将在第 3 章、第 4 章进行详细介绍。

平面车辆自力停车场是日常最为主流的停车场。现今规划建设的公共住宅、商圈、机场、陆上客运中心、市政办公场所、医院、学校、图书馆、博物馆等都配套建设了平面车辆自力停车场（如图 1-1）。



图 1-1　平面车辆自力停车场

来源于马可波罗网，http://m.makepolo.com/product-detail/1002465656643.html。

为了解决配套停车位不足的问题，一般这样的平面车辆自力停车场都建设成多层的（如图 1–2）。但是据行业调查报告，中国的大城市几乎都存在车位短缺问题，车位短缺比例在 20%~50% 之间。为了应对日益增长的停车需求，解决停车场（库）用地不足的问题，车流量很大的区域也建设通过升降机将车辆送到停车位的多层塔楼式立体停车场（如图 1–3），或者多层机

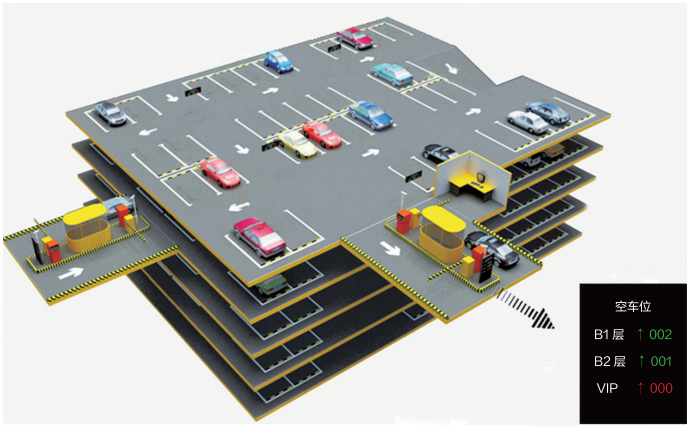


图 1–2　多层平面车辆自力停车场

来源于头条百科，https://m.baike.com/gwiki/2014%E7%AC%AC%E4%B8%89%E5%B1%8A%E4%B8%AD%E5%9B%BD%EF%BC%88%E9%83%91%E5%B7%9E%EF%BC%89%E5%9B%BD%E9%99%85%E6%99%BA%E8%83%BD%E4%BA%A4%E9%80%9A%E4%B8%8E%E7%AB%8B%E4%BD%93%E5%81%9C%E8%BD%A6%E8%AE%BE%E5%A4%87%E5%B1%95%E8%A7%88%E4%BC%9A。









图 1–3　多层塔楼式立体停车场

来源于蜂鸟网，行摄自驾专栏，http://auto.fengniao.com/slide/345/3452689_1.html#p=1。

械助力立体停车位的立体停车场（如图 1–4）。

根据中国机械停车设备行业标准的规定，机械助力式停车场的停车运作方式可分为升降、横移、循环三大类别共八种样式。横移类可分为升降横移式、平面移动式、巷道堆垛式（亦称仓储式）；升降类可具体分为简易升降式和垂直升降式（含塔式）；循环类可分为垂直循环式、水平循环式、多层循环式。目前我国使用较多的机械式停车场是升降类停车场和横移类停车场。下面将简单介绍五种常见的机械助力式立体停车场。

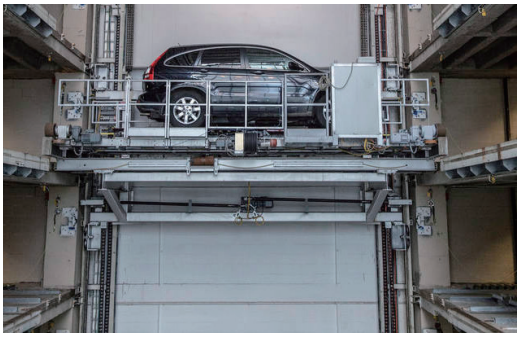


图 1–4　多层机械助力立体停车位的立体停车场

来源于搜狐网，《医院全自动立体停车库建设之停车机器人解决方案》（立体车库之家），https://m.sohu.com/a/281091812_120011171/?pvid=000115_3w_a。

1.1.1　升降横移式立体停车场

升降横移式立体停车场结构和制造工艺简单、成本低、场地适应性较强，可以建在露天场地，也可以建在建筑的地上、地下；规模可大可小，结构模块化，组合灵活，建造方便，因此使用比较普遍。图 1–5 显示了升降横移式立体停车场的应用实例。其取车工作原理如图 1–6 所示。取车时先将待取车辆下方的车位存放的车辆连同车抬板通过横移移空，再将车辆连同车抬板垂直下



图 1–5　升降横移式立体停车场

来源于慧聪网，https://m.hc360.com/supplyself/586199740.html。

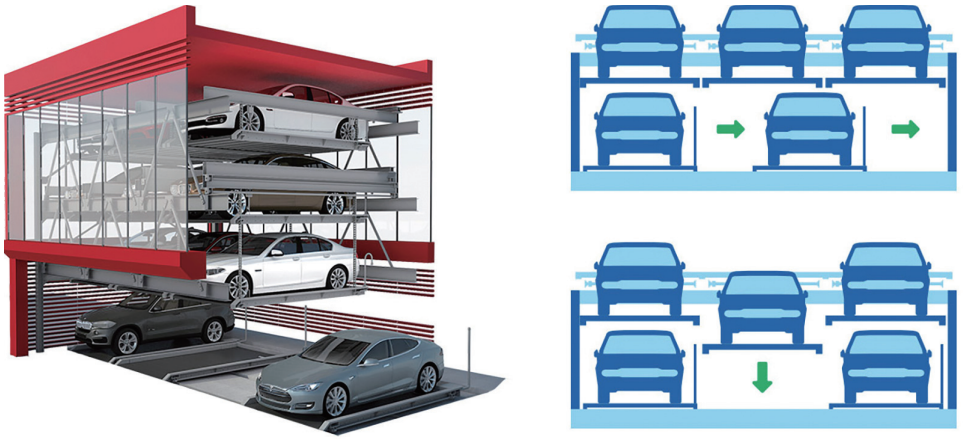


图 1–6　升降横移式立体停车场取车工作原理

来源于深圳怡丰官网，https://www.yeefung.com/index.php?s=/index/about/fid/127.html。

降至地面层，即可开出。存车时，则执行相反操作。系统一般采用 PLC（programmable logic controller）控制，自动化程度较高，操作简便。系统多用电机通过链条驱动，安全系数大、结构简单、性能可靠。

1.1.2 巷道堆垛式立体停车场

巷道堆垛式立体停车场一般适用于停车需求较大，同时又对取车时间要求不高的应用场景。它一般通过桥式起重机将驶入搬运器的车辆通过垂直升降和横移送到停车位，并用存取车机构存取车辆；可以建设在地上或者地下，空间利用效率较高；采用封闭式管理，人车分离，安全可靠；操作过程全自动化完成，存取车操作简单便捷；结构模块化程度极高，制造、安装、拆卸都非常方便。图 1-7 是巷道堆垛式立体停车场示意图，图 1-8 显示了一个应用实例。其存取车工作原理如图 1-9



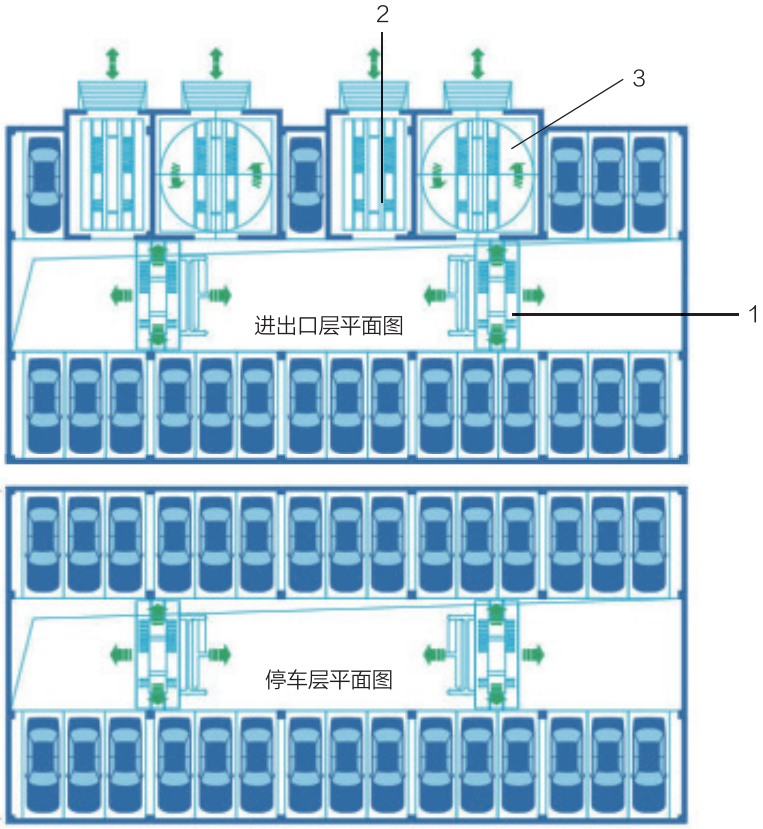
图 1-7 巷道堆垛式立体停车场示意图

来源于搜狐网，《机械式立体停车库自动控制原理》（德盛利停车武汉办），https://m.sohu.com/a/295820972_99980665/?pvid=000115_3w_a。



图 1-8 巷道堆垛式立体停车场实例图

来源于搜狐网，《立体车库，拯救未来停车难的救星》（福建科普），https://m.sohu.com/a/271161967_300774/?pvid=000115_3w_a。



1. 桥式起重机；2. 搬运器；3. 旋转平台

图 1-9　巷道堆垛式立体停车场工作原理示意图

来源于深圳怡丰官网，https://www.yeefung.com/index.php?s=/index/about/fid/126/eid/11074.html。

所示，先将待停车辆驶入搬运器，搬运器上的旋转平台可以将车辆旋转到与停车位平行的方向，桥式起重机上的存取车机构将搬运器上的车辆托起，并通过横移和垂直升降将车辆送到停车位，并将车辆放置在有梳齿机构的托车平板上，即完成车辆存放。取车则执行相反操作。

1.1.3　垂直升降式立体停车场

此类立体停车场土地利用效率是最高的，它一般以两个车位为一个层面，整个车库可以建设成 20~25 层的塔楼，可以停放 40~50 辆车，一个塔楼的面积不到 50 m^2。其内部结构如图 1-10 所示，



图 1-10　垂直升降式停车场内部示意图

来源于网络。

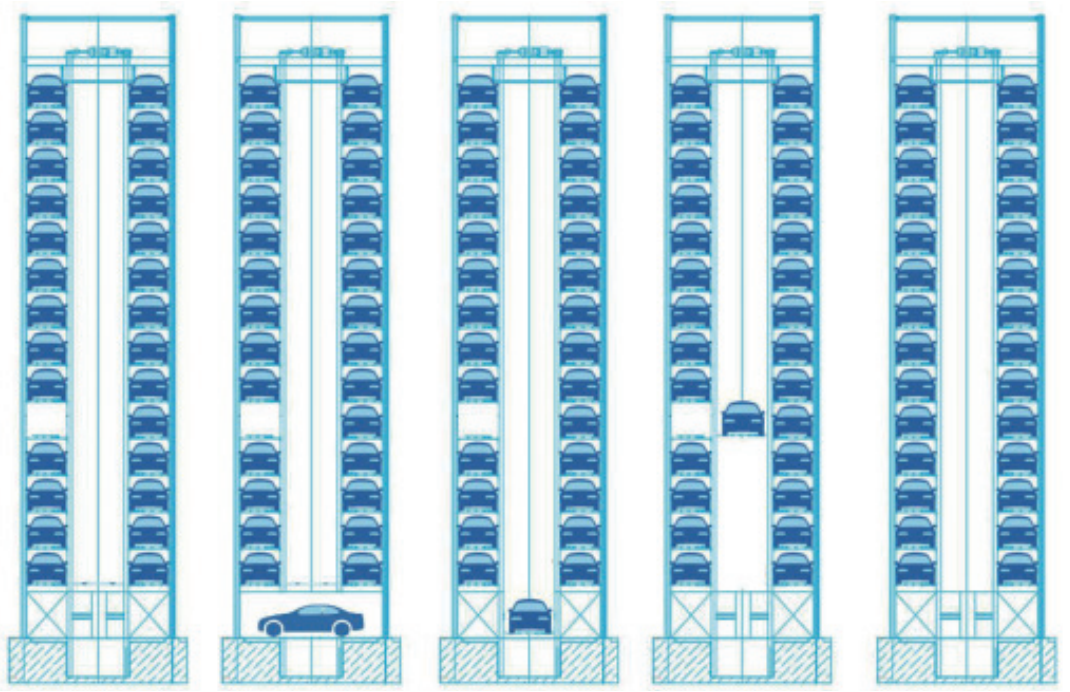


图 1-11 垂直升降式立体停车库存车工作原理

来源于深圳怡丰官网，https://www.yeefung.com/index.php?s=/index/about/fid/126/eid/11075.html。



图 1-12 多层塔楼式立体停车场内部示意图

来源于中国矿业报网，http://www.zgkyb.com/qwqs/20150316_14554.htm。

是通过电动升降机的升降和安装在升降机上的横移机构将车辆横移，来实现存取车的。横移机构一般做成梳齿式的，以避免存取车过程中与车位上的梳齿机构干涉，从而顺利实现存取车。图 1-11 显示了该系统存车流程，取车过程与之相反。

1.1.4 多层塔楼式立体停车场

多层塔楼式立体停车场的土地利用率是所有立体停车场中次高的。这种结构形式的停车场一般是一个多层的圆形塔式建筑，其中心是一个高速的垂直升降机，每一层沿圆周方向分布多个平面停车位，具体内部结构形