

授课笔记



高长银 李万全

编著

飞思数字创意出版中心

监制



超值多媒体教学 DVD 光盘

8 小时以上视频讲解

CATIA V5R21

机械产品设计

授课笔记

科学记录
分享笔记

本书采用**授课笔记**的独特讲解方式，让读者学习更轻松。

- ❏ **更为基础**：从最基本的软件基础讲起，是初学者学习软件及掌握工程技术的好帮手。
- ❏ **更加简洁**：文字叙述言简意赅、清晰流畅，阅读更轻松。
- ❏ **浅显易懂**：讲解透彻，通俗易懂，能使读者快速掌握知识要领。
- ❏ **层次更深**：本书始终以由浅至深、由总到分、再由分到总、由基础到提高的结构层次来描述书中的内容。
- ❏ **实战性强**：虽然本书以软件应用为主、工程技术为辅，但所讲解的实战经验乃作者多年的工作积累。



电子工业出版社

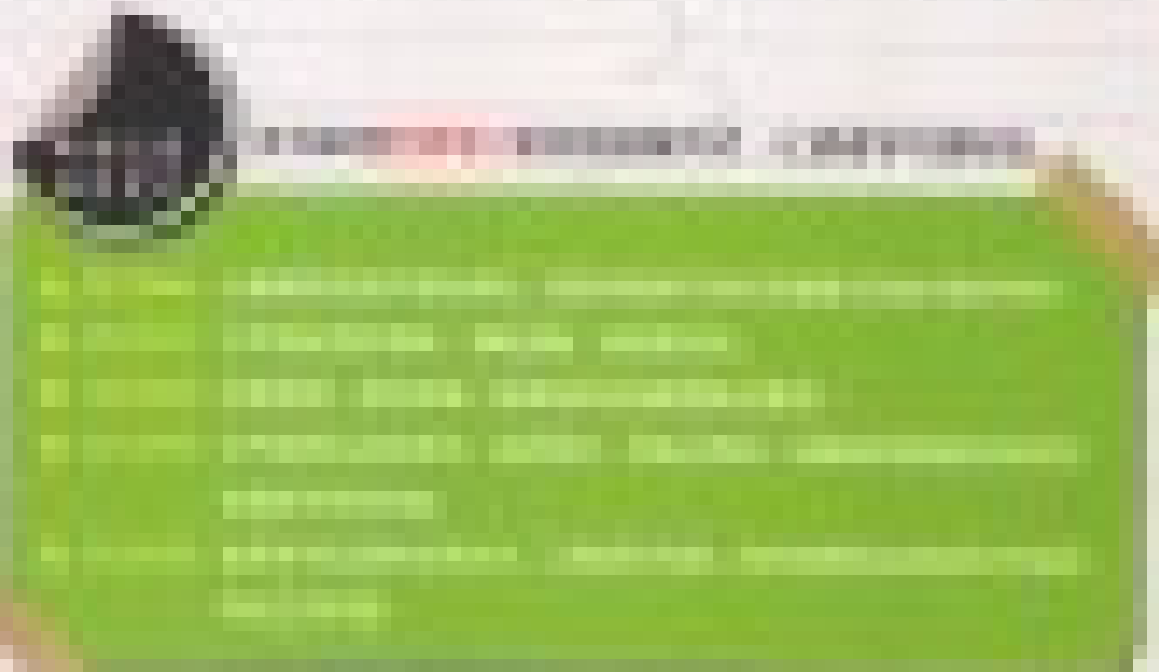
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



机械产品设计

授课笔记



授课笔记

高长银 李万全

编著

飞思数字创意出版中心

监制

CATIA V5R21

机械产品设计

授课笔记

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 H 老师的课堂授课笔记形式, 详细讲解 CATIA V5 软件的机械设计基础与制图技巧。全书共 9 讲, 主要介绍了 CATIA V5R21 基础知识、草图设计、实体设计、创成式外形设计、自由曲面设计、机械零件设计、机械装配设计、机械工程图设计等功能应用及操作。

本书结构严谨、内容翔实, 知识全面, 可读性强, 设计实例实用性强, 专业性强, 步骤明确, 可作为广大读者快速掌握 CATIA V5 中文版的自学指导书, 也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

CATIA V5R21 机械产品设计授课笔记 / 高长银, 李万全编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.8
(授课笔记)

ISBN 978-7-121-17197-0

I. ①C… II. ①高… ②李… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 110467 号

责任编辑: 王树伟

特约编辑: 赵海红

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 31.25 字数: 800 千字

印 次: 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 69.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

CATIA 是法国达索飞机公司在 20 世纪 70 年代开发的高档 CAD/CAM 软件, 是世界一种主流的 CAD/CAE/CAM 一体化软件。位居世界 CAD/CAE/CAM 领域的领导地位, 广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子/电器、消费品行业, 它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域, 其特有的 DMU 电子样机模块功能及混合建模技术更是推动着企业竞争力和生产力的提高。

● 本书内容

本书以 H 老师的课堂授课笔记形式, 详细讲解 CATIA V5 软件的机械设计基础与制图技巧。内容丰富、讲解细致。从机械与产品设计的初始设置, 到完成设计的整个流程进行讲解, 前后呼应, 内容搭配合理。

本书共分 9 讲, 主要内容如下。

- ◆ 第一讲: 主要介绍 CATIA V5R21 基本知识, 主要内容有 CATIA 软件总体介绍, 鼠标和罗盘的应用, 希望大家按照讲解方法再进一步进行实例练习, 为后面的学习奠定基础。
- ◆ 第二讲: 主要介绍草图轮廓绘制方法、草图元素编辑方法及草图约束。
- ◆ 第三讲: 主要介绍 CATIA V5R21 实体设计基本知识, 主要内容有实体特征创建、实体修饰、实体操作等方法。
- ◆ 第四讲: 主要介绍 CATIA V5R21 创成式外形设计知识, 主要内容有曲线创建、曲面创建、曲面编辑、曲面展开等。
- ◆ 第五讲: 主要介绍 CATIA V5R21 自由曲面设计知识, 主要内容有自由曲线创建、自由曲面编辑、自由曲面操作和分析等基本命令。
- ◆ 第六讲: 通过标准件、轴类、盘盖类、支架类、箱体类、凸轮及连杆为例讲解了 CATIA V5R21 实体设计的具体应用, 希望读者按照步骤认真练习, 做到举一反三, 达到融会贯通的目的。
- ◆ 第七讲: 主要介绍 CATIA V5R21 装配基本知识, 主要内容有装配部件管理、装配约束及部件移动等, 通过本讲的学习能够熟悉 CATIA 装配零部件的基本命令。
- ◆ 第八讲: 主要介绍 CATIA V5R21 工程图基本知识, 主要内容有视图创建、图框和标题栏创建和调用、尺寸标注、注释等功能。
- ◆ 第九讲: 本讲以玩具类、小家电类零件为例讲解了 CATIA V5R21 曲面和实体混合设计的具体应用, 希望读者按照步骤认真练习, 做到举一反三, 达到融会贯通的目的。



● 本书特色

本书以虚拟角色“H 老师”珍藏的授课笔记为蓝本，将作者多年 CAX 培训经验整理成书。本书具有以下特色：

- ◆ 结构不拘泥于以往形式，采用全新版式进行布局，给读者“耳目一新”的感觉。
- ◆ 采用授课笔记的灵活教学方法，让读者学习变得更加轻松、有效。
- ◆ 各讲中穿插了大量的“画重点”、“学生提问”等形式，提高学习 CATIA 软件的效率。
- ◆ 讲解言简意赅、通俗易懂，内容讲解到位，实例通俗易懂，具有很强的实用性、操作性和技巧性。

● 作者信息

本书由高长银、李万全编著，参与编写的人员还有黄成、张红霞、张立富、龙奎、贾广浩、彭影、罗来兴、刘顺、刘立新、赵博、王美娜、刘建华、张倩、胡兴波、姜洪奎。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

● 版权声明

本书所有权归属电子工业出版社。未经同意，任何单位或个人不得将本书内容及光盘做其他商业用途，否则依法必究！



目 录

| | |
|----------------------------|----|
| 第一讲 CATIA V5R21 基础知识 | 1 |
| 第一节 CATIA V5R21 介绍 | 3 |
| 一、CATIA 在制造业和设计界的应用 | 3 |
| 二、CATIA 与同类软件产品的比较 | 5 |
| 三、CATIA V5 概貌 | 6 |
| 第二节 CATIA V5R21 基础知识 | 8 |
| 一、操作界面简介 | 8 |
| 二、语言环境的转换 | 10 |
| 三、鼠标和罗盘的使用方法 | 11 |
| 四、自定义工具栏和工作台 | 14 |
| 第三节 课堂总结 | 20 |
| 第四节 复习题 | 20 |
| 第二讲 草图设计 | 21 |
| 第一节 草图设计概述 | 22 |
| 一、进入草图工作台 | 22 |
| 二、草图界面 | 23 |
| 三、创建定位草图 | 26 |
| 四、退出草图工作台 | 27 |
| 第二节 草图环境中的选项设置 | 27 |
| 第三节 草图轮廓 | 30 |
| 一、轮廓 | 30 |
| 二、预定义的轮廓线 | 31 |
| 三、圆 | 36 |
| 四、样条线 | 39 |
| 五、椭圆 | 42 |
| 六、线 | 43 |
| 七、轴 | 45 |
| 八、创建点 | 46 |
| 第四节 草图操作 | 49 |
| 一、圆角 | 49 |



| | |
|-----------------------|-----------|
| 二、倒角 | 50 |
| 三、修剪 | 50 |
| 四、变换 | 53 |
| 五、三维几何投影 | 56 |
| 第五节 草图约束 | 58 |
| 一、尺寸约束 | 58 |
| 二、几何约束 | 59 |
| 第六节 草图工具 | 62 |
| 一、草图分析 | 63 |
| 二、草图求解状态 | 63 |
| 第七节 课堂练习——法兰草图 | 63 |
| 第八节 课堂总结 | 67 |
| 第九节 复习题 | 67 |
| 第三讲 实体设计 | 69 |
| 第一节 实体设计概述 | 70 |
| 一、进入零件设计工作台 | 70 |
| 二、特征树 | 71 |
| 三、零件设计中的工具栏 | 72 |
| 第二节 基于草图的特征 | 73 |
| 一、凸台 | 74 |
| 二、凹槽 | 79 |
| 三、旋转体 | 81 |
| 四、旋转槽 | 82 |
| 五、孔 | 82 |
| 六、肋 | 85 |
| 七、开槽 | 86 |
| 八、加强肋 | 86 |
| 九、实体混合 | 88 |
| 十、多截面实体 | 88 |
| 十一、已移除多截面实体 | 91 |
| 第三节 修饰特征 | 91 |
| 一、倒圆角 | 92 |
| 二、倒角 | 96 |
| 三、拔模 | 96 |
| 四、抽壳 | 101 |
| 五、厚度 | 101 |



| | |
|--------------------|------------|
| 六、螺纹 | 102 |
| 七、移除面 | 103 |
| 八、替换面 | 103 |
| 第四节 基于曲面的特征 | 104 |
| 一、分割 | 104 |
| 二、厚曲面 | 105 |
| 三、封闭曲面 | 105 |
| 四、缝合曲面 | 106 |
| 第五节 变换特征 | 106 |
| 一、平移 | 106 |
| 二、旋转 | 107 |
| 三、对称 | 108 |
| 四、镜像 | 108 |
| 五、矩形阵列 | 108 |
| 六、圆形阵列 | 110 |
| 七、缩放 | 111 |
| 第六节 布尔操作 | 111 |
| 一、装配 | 111 |
| 二、添加 | 112 |
| 三、移除 | 113 |
| 四、相交 | 113 |
| 五、联合修剪 | 114 |
| 六、移除块 | 114 |
| 第七节 三维建模参考元素 | 115 |
| 一、点 | 115 |
| 二、直线 | 119 |
| 三、平面 | 123 |
| 第八节 课堂练习——连接盘实体设计 | 127 |
| 第九节 课堂总结 | 132 |
| 第十节 复习题 | 132 |
| 第四讲 创成式外形设计 | 133 |
| 第一节 创成式外形设计模块介绍 | 134 |
| 一、进入创成式外形设计工作台 | 134 |
| 二、创成式外形设计工具栏介绍 | 135 |
| 第二节 创建线框 | 137 |
| 一、创建点 | 137 |



| | |
|------------------|-----|
| 二、创建直线 | 139 |
| 三、投影-混合曲线 | 140 |
| 四、相交曲线 | 142 |
| 五、偏移曲线 | 143 |
| 六、二次曲线 | 144 |
| 七、创建曲线 | 152 |
| 第三节 创建曲面 | 155 |
| 一、创建拉伸曲面 | 155 |
| 二、创建偏移曲面 | 158 |
| 三、创建扫掠曲面 | 160 |
| 四、创建填充曲面 | 173 |
| 五、创建多截面曲面 | 174 |
| 六、创建桥接曲面 | 175 |
| 七、创建高级曲面 | 175 |
| 第四节 编辑曲面 | 178 |
| 一、合并曲面 | 178 |
| 二、曲面的分割与修剪 | 181 |
| 三、提取曲面 | 183 |
| 四、曲面圆角 | 186 |
| 五、曲面转换 | 189 |
| 六、外延延伸 | 192 |
| 七、创建复制对象 | 193 |
| 第五节 曲面展开 | 194 |
| 一、展开曲面 | 194 |
| 二、转移 | 195 |
| 三、展开 | 196 |
| 第六节 创建 BiW 模板 | 197 |
| 一、交接曲面 | 197 |
| 二、拔模凹面 | 197 |
| 三、孔特征 | 198 |
| 四、对应轮缘 | 199 |
| 五、滴面 | 199 |
| 第七节 体积 | 200 |
| 一、厚曲面 | 200 |
| 二、封闭曲面 | 200 |
| 第八节 课堂练习——水壶外形设计 | 200 |
| 第九节 课堂总结 | 210 |





| | |
|---------------------|------------|
| 第十节 复习题 | 210 |
| 第五讲 自由曲面设计 | 211 |
| 第一节 自由曲面设计模块介绍 | 212 |
| 一、进入自由曲面设计工作台 | 212 |
| 二、自由曲面设计工作台工具栏介绍 | 213 |
| 第二节 创建自由曲线 | 215 |
| 一、创建空间曲线 (3D Curve) | 215 |
| 二、创建表面上的曲线 | 216 |
| 三、创建等参数曲线 | 217 |
| 四、创建投影曲线 | 217 |
| 五、创建桥接曲线 | 218 |
| 六、创建圆角曲线 | 218 |
| 七、创建匹配曲线 | 219 |
| 第三节 创建自由曲面 | 219 |
| 一、创建平面缀面 | 220 |
| 二、创建拉伸曲面 | 221 |
| 三、创建旋转曲面 | 222 |
| 四、创建偏移曲面 | 222 |
| 五、创建外延曲面 | 223 |
| 六、创建桥接曲面 | 223 |
| 七、创建样式圆角曲面 | 224 |
| 八、创建填充曲面 | 224 |
| 九、创建网格曲面 | 225 |
| 十、创建扫掠曲面 | 226 |
| 第四节 编辑自由曲面 | 227 |
| 一、镜像编辑 | 228 |
| 二、用控制点编辑曲线或曲面 | 228 |
| 三、匹配曲面 | 229 |
| 四、创建填充曲面 | 230 |
| 五、全局变形 | 230 |
| 六、延伸曲面或曲线 | 231 |
| 第五节 几何操作 | 232 |
| 一、剪切曲面或曲线 | 232 |
| 二、恢复剪切曲面或曲线 | 233 |
| 三、连接曲线或曲面 | 233 |
| 四、拆散曲面或曲线 | 234 |



| | |
|-------------------------|------------|
| 五、分解曲面或曲线 | 234 |
| 六、类型转换 | 235 |
| 七、复制几何参数 | 235 |
| 第六节 形状分析 | 236 |
| 一、连接性分析 | 236 |
| 二、距离分析 | 237 |
| 三、曲线曲率分析 | 237 |
| 四、曲面断面分析 | 238 |
| 五、曲面反射线分析 | 239 |
| 六、曲面衍射线分析 | 240 |
| 七、亮度显示线分析 | 240 |
| 八、拔模分析 | 240 |
| 九、影像映射分析 | 242 |
| 十、光源管理 | 243 |
| 第七节 课堂练习——绘制灯罩曲面 | 244 |
| 第八节 课堂总结 | 254 |
| 第九节 复习题 | 254 |
| 第六讲 机械零件设计 | 255 |
| 第一节 标准件设计 | 256 |
| 一、螺栓、螺母设计 | 256 |
| 二、齿轮设计 | 265 |
| 三、轴承设计 | 278 |
| 四、销、键连接设计 | 287 |
| 五、弹簧设计 | 294 |
| 第二节 机械四大类零件设计 | 298 |
| 一、轴类零件设计 | 298 |
| 二、盘盖类零件 | 301 |
| 三、箱体类零件 | 306 |
| 四、支架类零件 | 315 |
| 第三节 凸轮及凸轮结构设计 | 326 |
| 一、盘形凸轮 | 326 |
| 二、圆柱凸轮 | 328 |
| 三、端面凸轮 | 332 |
| 第四节 课堂练习——连杆结构设计 | 338 |
| 第五节 课堂总结 | 344 |
| 第六节 复习题 | 344 |





| | |
|-----------------|-----|
| 第七讲 机械装配设计 | 345 |
| 第一节 装配设计模块的简介 | 346 |
| 一、进入装配设计工作台 | 346 |
| 二、装配设计工具栏介绍 | 347 |
| 第二节 装配零部件管理 | 349 |
| 一、创建新产品 | 349 |
| 二、创建新部件 | 350 |
| 三、插入新零件 | 350 |
| 四、加载已经存在的零部件 | 350 |
| 五、替换部件 | 351 |
| 六、结构树排序 | 351 |
| 七、零部件编号 | 352 |
| 八、复制零部件 | 352 |
| 第三节 装配约束 | 353 |
| 一、创建约束方式 | 353 |
| 二、相合约束 | 354 |
| 三、接触约束 | 355 |
| 四、偏移约束 | 355 |
| 五、角度约束 | 356 |
| 六、固定约束 | 356 |
| 七、固联约束 | 357 |
| 八、快速约束 | 357 |
| 九、更改约束 | 357 |
| 十、阵列约束 | 358 |
| 第四节 装配特征 | 358 |
| 一、分割 | 359 |
| 二、对称 | 361 |
| 第五节 移动部件 | 362 |
| 一、移动零部件 | 362 |
| 二、快速移动零部件 | 362 |
| 三、生成装配爆炸图 | 363 |
| 四、碰撞停止 | 364 |
| 第六节 课堂练习——机械手装配 | 364 |
| 第七节 课堂总结 | 371 |
| 第八节 复习题 | 371 |



| | |
|-------------------------------|-----|
| 第八讲 机械工程图设计 | 373 |
| 第一节 工程制图模块介绍 | 374 |
| 一、进入工程制图工作台 | 374 |
| 二、工具栏介绍 | 376 |
| 第二节 工程图图框和标题栏设计 | 377 |
| 一、创建图框和标题栏 | 377 |
| 二、引入已有图框和标题栏 | 378 |
| 第三节 创建视图 | 379 |
| 一、创建投影视图 | 379 |
| 二、创建截面视图 | 383 |
| 三、创建局部放大视图 | 386 |
| 四、创建裁剪视图 | 388 |
| 五、创建断开视图 | 389 |
| 第四节 绘图 | 390 |
| 一、生成新图纸 | 390 |
| 二、创建新视图 | 391 |
| 三、二维元素示例 | 391 |
| 第五节 标注尺寸 | 391 |
| 一、标注尺寸 | 392 |
| 二、修改标注尺寸 | 396 |
| 三、标注公差 | 399 |
| 四、尺寸属性 | 401 |
| 第六节 自动生成尺寸和序号 | 404 |
| 一、自动标注尺寸 | 405 |
| 二、逐步标注尺寸 | 405 |
| 三、在装配图中自动标注零件编号 | 406 |
| 第七节 注释功能 | 406 |
| 一、标注文本 | 406 |
| 二、标注粗糙度和焊接符号 | 408 |
| 三、创建表 | 410 |
| 第八节 生成修饰特征 | 411 |
| 一、生成中心线 | 411 |
| 二、创建填充剖面线 | 414 |
| 三、标注箭头 | 415 |
| 第九节 在装配图中生成零件表 (BOM) 功能 | 415 |
| 第十节 课堂练习——生成轴承座工程图 | 416 |
| 第十一节 课堂总结 | 422 |



| | |
|---------------------------|------------|
| 第十二节 复习题 | 422 |
| 第九讲 产品造型设计案例 | 423 |
| 第一节 玩具造型设计 | 424 |
| 一、杯子设计 | 424 |
| 二、手枪设计 | 434 |
| 三、圣诞帽设计 | 442 |
| 第二节 小家电造型设计 | 454 |
| 一、台灯设计 | 454 |
| 二、雨伞设计 | 464 |
| 三、电饭煲设计 | 472 |
| 第三节 课堂总结 | 486 |

第一讲

CATIA V5R21 基础知识

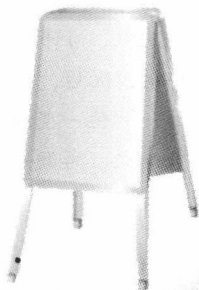


老师的话

同学们好！在接下来学习中，我将把本课程的知识要点逐一地向你们详细介绍。希望你们结合习题讲解对所讲内容加以吸收并消化。

本讲知识要点如下：

- ◆ 了解 CATIA V5R21 软件背景。
- ◆ 理解 CATIA V5R21 软件的工作环境。
- ◆ 掌握鼠标和罗盘的使用。
- ◆ 了解自定义工具栏和工作台。





软件学习方法

——H 老师的教学心得

在了解与掌握 CATIA 软件之前，不妨先了解一下软件的学习方法。只有掌握了软件学习方法，我们才能更轻松地进行设计。

从事电脑教学已经好多年了，经常会碰到很多学员问我：“老师，学习电脑有什么技巧或方法？”下面我结合教学经验，以及自己的学习经验，谈谈电脑的学习方法！在讲学习方法之前，敬请各位记住一句话：“天才就是重复最多的人！”

要想真正将电脑技能学好，首先要做的就是转变自己的学习观念，如何跳出传统学历教育的学习方式，实现知识学习向技能训练的有效过渡。要想实现以上观念的转变，我们首先要做的就是分清两个词——“能力”和“知识”的区别。

在多年电脑技能教学工作的过程中，我经常发现，很多学生往往把电脑技能当知识在学习，而不是当能力在训练。知识的学习和能力的训练是有很大的区别的。举个例子来说：大家都会骑自行车，我想不会有人学骑车是这么学得，先从书店买一本《骑星宝典》回家，将自己关在书房，辛苦研读 3 个月，记下厚厚一本笔记，3 个月以后，走出房间，拿到自行车骑上就走了，而且非常熟悉。同样，我们也不会看到哪个人想学游泳，是先请一个游泳教练来教自己游泳，教练在水里游，他自己不下水，只负责在岸上记笔记，将教练游泳的动作一一记录下来，两个月以后，自己记下了一本厚厚的笔记。教练走了，自己跳入水中就会游泳了。

通过以上两个例子，我们可以看出来，能力的训练与知识的学习是有很大的区别的。所有的能力都是要经过大量的动手实践才能熟练掌握的。

能力一旦掌握是不容易忘记的，会骑自行车，10 年没有骑过，再拿到自行车你同样会骑；会游泳，20 年没游过，有一天跳到水中，绝对不会淹死。但我们反观我们中学学过的物理、化学，我们还能记得多少。所以说，技巧的训练是需要大量的重复练习才能熟能生巧，通过大量的实践训练，才能将电脑知识转化为一种操作能力。就像疯狂英语的创始人李阳老师说：“所谓天才，就是重复最多的人”。

但我们再反观很多同学学习电脑的方法，老师上课他经常忙于记笔记，下课后，又不去温习，不写上机计划，也不上机对照自己的笔记，照猫画虎把老师上课的案例草草做一遍就以为自己会了。

在机房辅导也经常会遇到这样的同学，上机经常不按老师的要求，踏踏实实地把老师上课的案例一遍遍操作熟习。一问他，为什么不做老师上课的案例啊？他的第一回答就是，老师我做完了，我都会了。往往遇到这样的情况后，我会现场检查他，让他再做一遍。他一般第一反应就是把笔记本拿出来，对照着笔记一步一步他一般还都能做出来。但一般在这时，我会要求他说：“同学，既然你都会了，就请把笔记本合起来，再做一遍”。这时他们往往无法再把案例操作出来。

我经常会上课反问这帮同学，我说，同学这不叫会了，这只能说你了解了，但这个知识还不是你的，他还是属于你笔记的，你并没有把它转化为你的能力。你毕业后，面临找工作，老板面试你是不可能让你背上一大堆笔记本去面试的。当你在面试现场，无法熟练操作，你也不可能说：“对不起，老板，我今天没带笔记本过来”。所以作为一名电脑技能培训院校的学生，要想学会电脑，我们首先要懂得技能训练的规律，一项操作技能的训练是需要静下心来，几十遍、上百遍的操作，将书面上和课堂老师讲授的电脑知识转化为你自己的一种操作能力的。同学都很羡慕老师，他们的操作是那样的熟练，快捷键运用得是那样的娴熟。一幅作品，几分钟就在他手上出来了。但在看到这些场景的同时，你有没有想过他们这个案例操作过多少遍了啊？为什么很多同学会感叹：“老师你上课我都能听懂，你演