

制造方法基础与提高

(美) 约翰·威斯特奇(John Westgate) 著

王贵明 傅水根 郭金星
李双寿 洪亮 姚启明
张魁武 郭卫源 邱柳卿
任继舜 秦卓 等译



机械工业出版社

外灘十景與舊金山

陳仲成 李東 羅十 陳西 蔡 李 蔡 蔡 打 羅 早 馬 陳 蔡 蔡 蔡 蔡 羅 李 蔡 羅 李 蔡 羅 李

陽曆： 元月四日

[illegible]

1. 凡在本行开立存款账户的客户，均可申请开通本行网上银行服务。

品名: 五加皮酒

[illegible][illegible][illegible]

「果轉然非」

本书中文简体字翻译版由机械工业出版社和美国麦格劳·希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有**湖南电子音像出版社**激光防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号：园字01-2010-000000000000

本书是全面讲述有关制造的书籍。

内容涉及制造的设计、工艺、材料、设备、生产、环境、再生及管理等诸多方面,包括的专业范围由传统的铸、锻、焊、冲压、轧制到新兴的粉末冶金、陶瓷、塑料、复合材料、表面处理及半导体制造等,贯穿众多内容的主线则是基础理论与物理原则。每一章后都附有大量的习题,有助于将理论与原则运用于实际当中。

本书适用于各种水平的读者。对于大专院校制造类专业的学生,可节选与自己有关的章节当作教科书学习。对于从事实际制造工作的专业人员和高、中级技师来说不仅是回顾与复习的读物,更是知识更新换代的不可多得的好书。

本书也特别适合各种类型和水平的进修班学习，在节选并重新按需组合本书内容之后作为培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

制造方法基础与提高转(美)斯奇(杂)著；王贵明，傅水根等译——北京：机械工业出版社，1999

书名原文：陈情表

陽昌星子輔元新國院理原

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1

I 擲援援 II 援斯援援王援援傳援援 III 擲械

制造工艺 IV 圆裁刀

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (9742) 第 0015 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号) 邮政编码 100037

策划编辑：周国萍

责任编辑：白刚 版式设计：霍永明 责任校对：刘志文

封面设计：陈 沛 责任印制：施 红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2009年 第1版第1次印刷

帝昀皇帝伊爾根覺羅月緣圖印張·帝昀千字

园无胡—猿无尾册

定价：39.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)59302288 康强书源

封面无防伪标均为盗版

译者序

当前，世界制造业的中心正向我国转移，用高新技术武装的现代制造企业，如汽车、微电子、光机电一体化、生物制药及航天工业正在一个接一个地兴建着产业基地，一派欣欣向荣的景象。

随着外资一起涌入的大量新设备、新工艺、新技术与新的制造技术信息正在改变着制造业的面貌，使之日新月异。而制造业的教育和再教育包括新人才的培养及现从事制造业的工程技术人员知识更新也已成为迫在眉捷的问题。然而在这方面我们做得却很不够，无论在物质准备上还是思想认识上都跟不上制造业发展的步伐。在科技书市中有关制造基础理论及其应用、高精度制造技术发展现状及未来的书籍与充斥市场的外语学习和计算机类书籍相比乃是凤毛麟角。人们对专业知识学习的热情也远不及对外语及计算机学习的兴趣。确实，进入信息时代大大方便了人们对信息的获取，各行各业的进展信息可随手拈来。然而，信息和外语只是工具，只有在服务于物质生产活动(其中制造业起着举足轻重的作用)时才能体现出它们的价值。前者是“毛”，后者是“皮”，“皮之不存，毛将焉附？”。当务之急是扭转学风中的浮躁，踏实地将外语及信息知识用于学习专业知识中。一本好的制造技术的教科书顺理成章地成为这一切的先决条件。

机械工业出版社组织翻译的这本《制造方法概论》为制造业的教育和再教育工程提供了一本及时、恰当的好教材。本书作者是对制造方法有着多年教育与实践经验的教授专家。书中全面介绍了制造业在人类社会发展中的历史地位及当今发展现状，用基本理论、通用的物理原则贯穿各种互不相同的制造工艺，诸如，铸、锻、焊、机加工、热处理、粉末冶金、表面处理，乃至微电子技术及半导体元件的制造。涉及的制造材料除钢、铁、有色金属之外还有陶瓷、塑料、复合材料等非金属材料。书的内容包括了设计、工艺、管理、检测、再生、环保及生产管理、市场竞争等诸多制造业的问题。深入浅出、提纲挈领的讲解使本书适合多层次水平的读者。初入门的学生可将此书当教科书学习，有实践经验的工程技术人员可作为知识更新换代的再教育读物。每个工艺章节之后都附有大量的练习题，不但可加深对基本理论的理解，又为基本理论如何应用于生产实践提供了范

例。总之，本书是制造业难得一见的优秀出版物。

本书由王贵明、傅水根、郭金星、李双寿、洪亮、姚启明、张魁武、郭卫源、邱柳卿、任继舜、秦卓等合译。

由于译者专业知识及外语水平所限，在有限时间内翻译这样一本涉及全面制造方法的书籍，实属勉为其难，错误和不当之处在所难免，望读者予以批评指正。

译 者

2009年初

前 言

从本书第 1 版出版以来的二十多年中，制造学科在工程课程中已找到了其相应的位置。它提供了各种水平的制造课程，包括从给入门新生的综合课程到初级和高级班的强化课程。还提供了一些目的是在正确的技术基础上培养管理企业能力的专业教育的分等级大纲，目前这类大纲越来越多。为了适应这些大纲要求，各类学校采用了或正在发展着各种各样的新工艺学。在这期间信息技术呈现了惊人的增长，它不仅对制造技术方面而且也对制造的教育方法产生了重要影响。每年都有大量的改革方法应用于制造教育中，其中许多采用 宰 来丰富教学或进行远程教育。

工业对其用户的态度也有明显变化：生产者和消费者之间的关系确实紧密了。随着消费者的介入，在许多公司并行工程已经成为现实。

所有这些都与学生和实习工程师都有关系。现在大量信息不只是从书本中获得，还可从互联网上获得，而且还有日益增多的辅助设计产品和工艺的软件。然而，除非对工艺的物理基础有正确的认识，否则就不能有效地利用它们。因此，无论是什么水平的课程，了解工艺的物理基础都是有关制造课程的主要目标。

本书第 1 版的目的是借助一些学生未必了解的背景资料加深对这方面的理解。本版继续强调物理基础及其与实际工艺的关系，但同时也有一些重要改变。注意到学生和实习工程师的背景已经发生的变化，增多了章节的数目以便可以把基础知识方面的资料分开自成章节。只有中学物理和化学知识的那些学生可以从这些章节获得足够的基础知识以便进行随后的处理工艺；而具有材料和力学知识的那些人可以把它们当复习材料去读，着眼于它们与制造工艺、产品质量和性能的关系。基础知识材料的章节后面是工艺处理章节。即使对单个工艺作简单描述也将是满满的几册书，因此，本书的重点只在其物理原则上。这些原则对一些表面看起来没有什么关系的工艺是通用的，而且可用于对提出答案的可行性进行判断。

在构成贯穿教科书的通用线索的同时，教师应当认识到可以选择有限的章节，并以与本书不同的排序去讲授。本书内容分成三个主要部分。

第 1 章是准备知识；第 2 章就制造对人类重要性做总的回顾；第 3 章略述设计和制造的相互作用，并介绍工艺控制的基本概念；第 4 章涉及几何形状、尺寸及表面质量；第 5 章有关制造产品预期的使用性能。第 6 章也讨论了用于制造控制的测量技术。第 7 章是新增内容，集中于并行工程中产品设计、材料

选择和工艺选用之间的相互关系。在这一章中及整本书中都涉及再生、健康和环境问题。

第 远 圆章是有关材料将依次经受的工艺。首先是有关金属的基本概念和它们的应用；第 远章讨论了制备铸件(第 苑章)和焊接件(第 愿章)中的凝固；第 愿章为变形工艺做准备，如大变形量(第 怨章)和金属板加工(第 员园章)。首先提供用于金属的粉末技术(第 员员章)，然后在对陶瓷的组织 and 性能作一些介绍之后，又用于陶瓷(第 员圆章)。塑料的基础知识(第 员猿章)更多地放在泡沫塑料制造的基本原理中(第 员源章)，而所有前述材料都在新的一章第 员缘章有关复合材料中引用。金属切削成形(第 员远章)和特种加工技术(第 员苑章)后面是增加的连接工艺(第 员愿章)及它们在立体自由成形制造中的应用。有关表面处理的新的一章(第 员怨章)将这些完全不同的技术放在一起。在对固态电子学简短介绍之后跟着是对制造固态装置工艺的讨论，并将其放在制造业增长领域之一的微电子机械系统生产的显微制造基础上。增长的领域之一。

最后两章专门讲解制造的组织机构和竞争，其中包括了在主要章节中讨论的工艺之间的竞争。

新进展是所有工艺章节中的亮点，因而使学生能感受到前沿技术和精密制造。由现实应用领域中取例说明原则与技术的关系。无论在何处出现的证明，包括定量处理，常使用表格处理。

为实施并行工程，制造工程师需与产品设计者相互配合，而产品设计师必须对设计决定的工艺结果有基本的了解。由于这个原因，工艺的设计含意一直是重点。因此，进行和判断产品设计不是根据这些枯燥的原则，而是对这些规则背后的原因有更充分的了解。为了有助于更好地了解工艺的相互关系，在每一工艺章节中都给出工艺分类，并摘编成表，与章末的小结一起，可以用来正确评价那雪由于时间限制而必须略去的技术。

问题已被展开并以三种方式歪出：简单回顾的问题；要做出原因判断的问题；要求定量回答的问题。其中的一些适用于考试。

我们还为本书的使用者提供了一本内容丰富的教师手册。由于这里所提供的材料不可能在一个学期全部讲授，所以，建议根据学生水平不同选择相应内容加以教授。对所有问题，甚至回顾类问题全都有答案。因为对某一问题可以接受选择的答案常常不止一个，因而给出的回答常有详细的解释和提示，以使助教可以判分。

本书的编写得到了许多同事的帮助，他们审阅了某些章节，特别是滑铁卢大学的 刁幸刚、粤路浩、陈慕悦、杜素萍、邵文强 和 赵辉、廖增泉 以及 陈耘、陈孝攀、研究中心的 阙东荣 等。除了在本书中我要特别感谢的公司和个人之外，我还从下述各位处得到有益的信息：李阳、曹毅、刘刚 和 阙雷、王英、云卿。

作者介绍

约翰·斯奇博士生于匈牙利，并在那里接受教育。他先后获得 匈牙利科学院冶金和工程双学士学位(1957年)、月盖莱科学院技术科学博士学位(1958年)、德国 莱比锡大学荣誉工学博士(1961年)及 匈牙利科学院(他的母校)荣誉工学博士学位(1962年)。

他曾历任 月盖莱冶金厂总工艺师(1957~ 1959)、匈牙利 莱比锡大学讲师(至 1959年)、英国铝业公司研究室部门领导(至 1960年)、芝加哥 阿彻研究院高级冶金顾问(至 1962年)、芝加哥 阿彻冶金工程教授(至 1963年)及安大略 大学机械系教授，并且至今仍保有该校荣誉教授头衔。

他是美国国家工程院院士、匈牙利科学院外籍院士、匈牙利工程院荣誉院士、美国金属学会和制造工程学会会员，并是一名有证的制造工程师。

他曾获得过很多奖项，包括加拿大矿业冶金学院授予的 阅读奖(1960年)、制造工程师学会授予的金奖(1960年)，以及英国伦敦金属学会授予的 史密斯奖章和奖章。

他写过很多关于制造工艺、金属加工工艺和金属加工摩擦学方面的书籍和研究论著，包括金属加工中摩擦学专著：《摩擦、润滑和磨损》(美国金属学会，1965)。此外，他还担任过 多个工业顾问，有 项专利。

目 录

译者序	进一步读物	猿
前言	第 猿章 成品零件的几何学特征	猿
作者介绍	猿 形状	猿
第 员章 制造导言	猿 形状分类	猿
猿 历史发展	猿 成组工艺	猿
猿 早期的发展	猿 机床的运动和控制	猿
猿 第一次工业革命	猿 尺寸	猿
猿 第二次工业革命	猿 尺寸单位	猿
猿 制造在经济中的作用	猿 尺寸公差	猿
猿 作为技术活动的制造	猿 形状和位置偏差	猿
猿 本书的目的和范围	猿 工程计量学	猿
猿 小结	猿 测量原则	猿
进一步读物	猿 量规	猿
第 圆章 制造	猿 分度测量装置	猿
圆 制造企业	猿 比较长度测量	猿
圆 编制任务书	猿 光学装置	猿
圆 方案设计	猿 测量机	猿
圆 产品设计	猿 表面形貌测量	猿
圆 制作或外购	猿 表面粗糙度和波度	猿
圆 工艺设计	猿 表面粗糙度和公差	猿
圆 生产	猿 表面粗糙度测量	猿
圆 用户关系	猿 小结	猿
圆 顺序制造	进一步读物	猿
圆 并行或同时工程	第 源章 制造产品的使用特性	猿
圆 集成制造	源 拉伸时的力学性能	猿
圆 制造工艺控制	源 拉伸试验	猿
圆 控制策略	源 方法 轍备相互作用	猿
圆 自动化	源 拉伸时的强度	猿
圆 数控(轍分)	源 拉伸时的塑性	猿
圆 小结	源 确保增加塑性	猿

源远 缺口效应	缘	缘 小结	缘
源苑 弯曲试验	苑	进一步读物	缘
源 冲击能和断裂韧性	远	第 远章 金属的凝固和热处理	远
源猿 压缩	猿	远 凝固	远
源原 硬度	原	远 纯金属	远
源缘 疲劳	缘	远 固溶体	远
源远 高温性能	远	远 共晶系统	远
源苑 残留应力	苑	远 包晶系统	远
源愿 无损探伤试验(晕栽)	愿	远 金属间的相	远
源 物理性能	远	远 非平衡态凝固	远
源 密度	远	远 晶粒的成核及长大	远
源 摩擦性能	远	远 固态反应	远
源 电性能	缘	远 组织和性能的关系	远
源 磁性能	远	远 金属和单相合金	远
源 热性能	远	远 两相材料	远
源 光学性能	苑	远 三元和多元合金	远
源 化学性能	苑	远 夹杂物	远
源 小结	愿	远 气体	远
进一步读物	远	远 晶粒尺寸的作用	远
第 缘章 设计和制造中的材料	缘	远 热处理	远
缘 设计	缘	远 退火	远
缘 工程材料主要分类	愿	远 沉淀强化	远
缘 金属	愿	远 钢的热处理	远
缘 陶瓷	员	远 钢的表面处理	远
缘 塑料	远	远 小结	远
缘 复合结构	远	进一步读物	远
缘 连接	源	第 苑章 金属铸造	苑
缘 环境方面	缘	苑 铸件的组织和性能	苑
缘 对设计的影响	缘	苑 熔液的凝固	苑
缘 对制造的影响	远	苑 宏观偏析	愿
缘 再生	远	苑 铸造性能	员
缘 金属	远	苑 粘度	员
缘 陶瓷	苑	苑 表面效应	远
缘 塑料	愿	苑 流动性	远
缘 复合材料	愿	苑 铸造合金	源

第 1 章 钢铁材料	1	第 2 章 变形和组织间的相互	作用	2
第 1.1 节 有色金属材料	1	第 2.1 节 形变加工机理	2	
第 1.2 节 熔炼和浇注	1	第 2.1.1 节 屈服判据	2	
第 1.2.1 节 熔炼	1	第 2.1.2 节 相关的流变应力	2	
第 1.2.2 节 浇注	1	第 2.1.3 节 摩擦的影响	2	
第 1.2.3 节 质量保证	1	第 2.1.4 节 润滑	2	
第 1.3 节 铸造工艺	1	第 2.1.5 节 不均匀变形	2	
第 1.3.1 节 分类	1	第 2.1.6 节 大变形量的可加工性	2	
第 1.3.2 节 钢锭铸造	1	第 2.1.7 节 板料的可成形性	2	
第 1.3.3 节 成形铸造	1	第 2.2 节 锻造合金	2	
第 1.3.4 节 一次性铸型和永久性模型		第 2.2.1 节 碳钢	2	
铸造	1	第 2.2.2 节 合金钢	2	
第 1.3.5 节 一次性铸型和一次性模型		第 2.2.3 节 有色金属材料	2	
铸造	1	第 2.3 节 小结	2	
第 1.3.6 节 永久型铸造	1	进一步读物	2	
第 1.3.7 节 离心铸造	1	第 3 章 大变形量工艺	2	
第 1.4 节 精整工艺	1	第 3.1 节 分类	2	
第 1.4.1 节 清理和精整	1	第 3.1.1 节 变形温度	2	
第 1.4.2 节 在铸造之后改变性能	1	第 3.1.2 节 变形目的	2	
第 1.5 节 质量保证	1	第 3.1.3 节 分析	2	
第 1.5.1 节 检查	1	第 3.2 节 自由锻	2	
第 1.5.2 节 铸造缺陷	1	第 3.2.1 节 圆柱体的轴向锻粗	2	
第 1.6 节 工艺能力和设计要求	1	第 3.2.2 节 矩形工件的锻造	2	
第 1.6.1 节 工艺能力	1	第 3.2.3 节 自由锻	2	
第 1.6.2 节 零件设计	1	第 3.2.4 节 工艺能力和设计要求	2	
第 1.7 节 小结	1	第 3.3 节 压模和闭合模锻造	2	
进一步读物	1	第 3.3.1 节 压模锻	2	
第 2 章 金属的塑性变形	2	第 3.3.2 节 闭合模锻造	2	
第 2.1 节 材料性能	2	第 3.3.3 节 锻轧和旋转模锻	2	
第 2.1.1 节 在冷加工中的流变应力	2	第 3.3.4 节 工艺能力和设计要求	2	
第 2.1.2 节 不连续屈服	2	第 3.4 节 挤压	2	
第 2.1.3 节 织构(各向异性)	2	第 3.4.1 节 挤压工艺	2	
第 2.1.4 节 冷加工的作用	2	第 3.4.2 节 热挤压	2	
第 2.1.5 节 退火	2	第 3.4.3 节 冷挤压	2	
第 2.1.6 节 热加工	2			

锻造原 挤压力	圆员	张拉成形	猿远
锻造缘 工艺能力和设计要求	圆源	张拉成形工艺	猿远
锻造缘 锻造和挤压设备	圆远	张拉成形性	猿远
锻造员 工具和模具	圆远	成形极限图	猿愿
锻造圆 锻锤	圆怨	深冲	猿愿
锻造猿 压力机	猿员	深冲工艺	猿怨
拉拔	猿猿	极限冲压比	猿员
拉拔工艺	猿源	进一步深冲	猿源
力	猿缘	张拉骤冲	猿缘
工艺能力和设计要求	猿远	压制成形	猿愿
轧制	猿苑	特殊工艺	猿怨
平轧	猿愿	金属板加工模具和设备	猿源
型材轧制	猿怨	工艺能力和设计要求	猿缘
环的轧制	猿园	小结	猿愿
横轧	猿园	进一步读物	猿源
力和所需功率	猿园	第 员章 粉末冶金	猿苑
工艺能力和设计要求	猿源	分类	猿苑
小结	猿愿	粉末	猿苑
进一步读物	猿源	粉末生产	猿苑
第 员章 金属板加工工艺	猿苑	粉末的特性	猿园
板的材料	猿苑	粉末的准备	猿员
钢	猿苑	配料	猿员
有色金属	猿园	粉末的压实	猿园
表面形貌	猿园	冷压制	猿园
分类	猿员	注模法	猿苑
剪切	猿员	烧结和精整	猿愿
剪切工艺	猿园	烧结	猿愿
力	猿猿	精整	猿园
改善切割质量	猿缘	热压实	猿员
工艺	猿远	粉末冶金产品	猿猿
弯曲	猿愿	工艺能力和设计要求	猿缘
弯曲工艺	猿愿	电成形	猿愿
弯曲极限	猿园	小结	猿怨
应力和回弹	猿员	进一步读物	猿源
弯曲方法	猿猿	第 圆章 陶瓷制造	猿缘

陶瓷的性能	源缘	塑料的性能	源猿
键和结构	源远	力学性能	源猿
陶瓷的性能	源愿	物理性能和化学性能	源苑
陶瓷制作方法	源员	塑料	源愿
陶瓷原料	源员	热塑性塑料	源愿
天然陶瓷原料	源员	热固性塑料	源猿
人造陶瓷原料	源猿	合成橡胶	源缘
陶瓷制作法	源缘	小结	源远
准备坯料	源缘	进一步读物	源怨
陶瓷坯体成形	源远	第 5 章 塑料制作	源员
生坯的干燥和加工	源怨	分类	源园
烧结	源怨	浇注	源园
热压	源园	熔体加工(模塑)	源猿
应用	源员	熔体加工原理	源猿
工艺能力和设计要求	源缘	挤出	源源
玻璃	源苑	注射模塑	源园
玻璃的结构和性质	源苑	其他模塑方法	源远
制造工艺过程	源怨	工艺能力和设计要求	源愿
施釉	源远	在橡胶状态下的加工	缘园
工艺能力和设计要求	源苑	吹塑	缘猿
小结	源苑	热成形	缘缘
进一步读物	源园	冷拉延	缘苑
第 4 章 聚合物和塑料	源猿	对模成形	缘苑
聚合反应	源源	工艺能力和设计要求	缘苑
线型(热塑性)聚合物	源远	粉粒加工技术	缘愿
线型聚合物的结构	源远	泡沫塑料	缘愿
结合力的来源	源愿	合成橡胶加工	缘怨
结晶体和非晶体聚合 物	源怨	塑料加工设备	缘园
线型聚物流变学	源园	小结	缘园
交联(热固性)聚合物	源苑	进一步读物	缘源
高弹体	源怨	第 6 章 复合材料	缘苑
添加剂和填充剂	源员	复合材料分类	缘苑
添加剂	源员	颗粒状复合材料	缘苑
填充剂	源园	纤维增强材料	缘愿
		增强纤维	缘园

1.1 聚合物基复合材料	1.1.1 聚合物	1.1.2 聚合物的应用	1.2 聚合物基复合材料的制作	1.2.1 敞模工艺	1.2.2 挤拉成形	1.2.3 对模模压	1.2.4 工艺能力和设计要求	1.3 金属基复合材料	1.4 陶瓷基复合材料	1.5 小结	进一步读物																							
第 2 章 机械加工	2.1 金属切削过程	2.1.1 理想垂直切削	2.1.2 切削力	2.1.3 实际垂直切削	2.1.4 斜刃切削	2.1.5 力和所需能量	2.1.6 温度	2.1.7 切削液	2.1.8 刀具寿命	2.1.9 表面质量	2.2 加工材料	2.2.1 切削加工性	2.2.2 可切削加工的材料	2.2.3 钢铁材料	2.2.4 有色金属	2.3 切削刀具	2.3.1 刀具材料	2.3.2 刀具结构	2.3.3 刀杆和夹具	2.4 分类	2.4.1 成形法	2.4.2 展成法												
2.5 单刃切削加工	2.5.1 刀具	2.5.2 车削	2.5.3 镗削	2.5.4 深孔钻和套孔	2.5.5 端面车削	2.5.6 成形刀车成形面	2.5.7 自动车床	2.5.8 转塔车床	2.5.9 自动螺纹车床	2.5.10 牛头刨和龙门刨	2.6 多刃切削	2.6.1 钻削	2.6.2 铣削	2.6.3 锯和锉	2.6.4 拉削和螺纹切削	2.6.5 齿轮生产	2.7 工艺参数的选择	2.7.1 切削速度和进给量	2.7.2 切削时间和功率	2.7.3 机床的选择	2.7.4 数控和自动化	2.7.5 切削过程优化	2.8 磨料加工	2.8.1 分类	2.8.2 磨料加工的工艺方法	2.8.3 磨料	2.8.4 磨削	2.8.5 其他粘结磨料的加工	2.8.6 工艺	2.8.7 使用松散磨料的加工	2.8.8 工艺	2.9 工艺能力和设计要求	2.9.1 设计要求	2.9.2 精密加工

第 4 章 小结	289	第 5 章 化学热源	296
进一步读物	289	第 5 章 高能束焊接	296
第 5 章 特种加工方法	290	第 5 章 切割	296
第 5 章 分类	290	第 5 章 液-固态连接	296
第 5 章 化学加工(电解或 电泳)	290	第 5 章 连接	296
第 5 章 电化学加工(电解)	290	第 5 章 硬钎焊	296
第 5 章 电火花加工(放电)	290	第 5 章 软钎焊	296
第 5 章 高能束加工	290	第 5 章 粘接	296
第 5 章 电子束加工(放电)	290	第 5 章 结构胶粘剂的性能	296
第 5 章 激光束加工(放电)	290	第 5 章 胶粘剂的种类及应用	296
第 5 章 非金属材料加工	290	第 5 章 塑料和陶瓷的连接	296
第 5 章 陶瓷加工	290	第 5 章 塑料的连接	296
第 5 章 塑料加工	290	第 5 章 陶瓷的连接	296
第 5 章 复合材料的加工	290	第 5 章 工艺能力和设计要求	296
第 5 章 工艺能力和设计要求	290	第 5 章 层压制品	296
第 5 章 小结	290	第 5 章 实体自由成形制造(放电)	296
进一步读物	290	第 5 章 自由成形制造的应用	296
第 6 章 连接加工	296	第 5 章 放电方法	296
第 6 章 分类	296	第 5 章 小结	296
第 6 章 机械连接	296	进一步读物	296
第 6 章 固态焊接	296	第 6 章 表面处理	296
第 6 章 冷焊	296	第 6 章 分类	296
第 6 章 扩散焊	296	第 6 章 去除处理	296
第 6 章 热焊	296	第 6 章 转换涂层	296
第 6 章 摩擦焊(放电)	296	第 6 章 热处理	296
第 6 章 熔化焊	296	第 6 章 表面热处理	296
第 6 章 熔化焊缝	296	第 6 章 扩散涂层	296
第 6 章 焊接性和焊接质量	296	第 6 章 热浸涂层	296
第 6 章 可焊接材料	296	第 6 章 堆焊(放电)	296
第 6 章 电阻焊	296	第 6 章 金属涂层	296
第 6 章 电弧焊	296	第 6 章 电镀	296
第 6 章 非熔化极焊接	296	第 6 章 非电涂层	296
第 6 章 熔化极焊接	296	第 6 章 塑料和陶瓷镀金属	296
第 6 章 熔化焊件焊接	296	第 6 章 物理气相沉积(放电)	296
第 6 章 其他焊接工艺和切割	296		

第 4 章 热物理气相沉积	苑愿	第 5 章 小结	苑远
第 4 章 溅射沉积	苑园	进一步读物	苑愿
第 4 章 离子镀	苑员	第 5 章 制造系统	苑员
第 4 章 离子渗碳和渗氮	苑员	第 5 章 物料转送	苑员
第 4 章 化学气相沉积(悦悦)	苑员	第 5 章 需人伴随的物料转送	苑园
第 4 章 离子注入	苑猿	第 5 章 机械化物料转送	苑园
第 4 章 有机涂层	苑猿	第 5 章 机器人	苑猿
第 4 章 工艺能力和设计要求	苑缘	第 5 章 生产组织	苑缘
第 4 章 小结	苑缘	第 5 章 生产特点	苑缘
进一步读物	苑苑	第 5 章 最佳的加工制造方法	苑远
第 5 章 半导体器件的制造	苑怨	第 5 章 大批量生产的组织	苑愿
第 5 章 半导体器件的基本知识	苑园	第 5 章 批量生产的组织	苑怨
第 5 章 半导体	苑园	第 5 章 装配组织	苑猿
第 5 章 半导体器件	苑猿	第 5 章 装配计划	苑源
第 5 章 集成电路	苑远	第 5 章 质量管理	苑缘
第 5 章 硅晶片的制造	苑愿	第 5 章 质量保证	苑远
第 5 章 硅片的生产	苑愿	第 5 章 生产的统计特性	苑远
第 5 章 晶体生长	苑愿	第 5 章 验收控制	苑苑
第 5 章 晶片的准备	苑怨	第 5 章 统计过程控制	苑愿
第 5 章 器件制造	苑园	第 5 章 制造管理	苑猿
第 5 章 加工工序的简图	苑园	第 5 章 公司组织	苑猿
第 5 章 基本制造技术	苑员	第 5 章 制造工程部	苑源
第 5 章 改变表面成分	苑圆	第 5 章 小结	苑缘
第 5 章 表面膜层的沉积	苑源	进一步读物	苑远
第 5 章 光刻	苑苑	第 6 章 生产过程的竞争理念 ...	苑怨
第 5 章 刻蚀	苑怨	第 6 章 全球经济的竞争	苑怨
第 5 章 集成工艺	苑园	第 6 章 生产成本	苑园
第 5 章 封装	苑源	第 6 章 成本与生产率	苑园
第 5 章 印制电路板	苑怨	第 6 章 操作成本(直接成本)	苑园
第 5 章 薄膜的制造方法	苑怨	第 6 章 间接成本	苑猿
第 5 章 厚膜电路	苑园	第 6 章 固定成本	苑源
第 5 章 焊接工艺	苑员	第 6 章 生产工艺间的竞争	苑源
第 5 章 微细加工技术	苑圆	第 6 章 材料间的竞争	苑缘
第 5 章 微细加工技术	苑圆	第 6 章 鉴别最佳方案	苑苑
第 5 章 纳米技术	苑缘	第 6 章 小结	苑猿

进一步读物	愿远	附录 悦 部分计算题答案	愿起
附录 粤 换算表	愿范	常用符号表	愿裁
附录 月 硬度值的近似换算	愿怨		