**Neko’s X86 Virtual Machine (NXVM)**

**IBM-PC/AT 虚拟机设计方法和代码导读**

# 序言

IBM-PC/AT在上世纪90年代曾经广泛使用，也是现在个人计算机的基础。对于任何有兴趣探究计算机组成原理、运行过程的人而言，理解IBM-PC/AT应该是最基础的一课。

然而，透彻理解计算机的运作过程并非如此简单。尽管到处都能找到诸如《计算机组成原理》、《微机原理与接口技术》这样的教材，但通读它们并不是一件令人愉快的事情。接口标准、技术参考通常都是索然无味的，加之内容庞杂，很难令人提起兴趣。我相信实践出真知，最好的学习方法不是单纯的阅读，而是通过实际应用来掌握。在实践中出现问题、查阅资料，才能把所学知识天然地联系到一起。

因此，一个可行的方案是亲自动手编写一个虚拟机软件。尽管对于个人而言，工作量庞大——例如NXVM源代码本身就超过14,000行——但依然力所能及。本文提供了一个虚拟机的设计思路，有助于读者理解IBM-PC/AT的运行原理和虚拟机的工作原理。同时也提供了相应的代码导读，为读者自己动手编写虚拟机作翔实的参考。

本文适合对汇编、操作系统、PC和MSDOS感兴趣的读者。

关键词：8086，虚拟机，PC，汇编，计算机原理

目录

[序言 1](#_Toc355553449)

[第一章 概述 1](#_Toc355553450)

[1.1 开发目的 1](#_Toc355553451)

[1.2 设计原则 1](#_Toc355553452)

[1.3 工作环境 1](#_Toc355553453)

[1.4 源码文件 1](#_Toc355553454)

[1.5 预备知识 1](#_Toc355553455)

[第二章 NXVM结构总论 2](#_Toc355553456)

[2.1 基本概念 2](#_Toc355553457)

[2.2 模块划分 2](#_Toc355553458)

[2.3 运行流程 2](#_Toc355553459)

[2.4 编码规范 2](#_Toc355553460)

[第三章 NXVM控制台 3](#_Toc355553461)

[3.1 控制台功能 3](#_Toc355553462)

[3.2 硬件调试器 3](#_Toc355553463)

[3.3 汇编器和反汇编器 3](#_Toc355553464)

[第四章 输入输出端口 4](#_Toc355553465)

[4.1 引言 4](#_Toc355553466)

[4.2 数据结构 4](#_Toc355553467)

[4.3 接口函数 4](#_Toc355553468)

[第五章 内存 5](#_Toc355553469)

[5.1 引言 5](#_Toc355553470)

[5.2 数据结构 5](#_Toc355553471)

[5.3接口函数 5](#_Toc355553472)

[第六章 中央处理器 6](#_Toc355553473)

[6.1 引言 6](#_Toc355553474)

[6.2 数据结构 6](#_Toc355553475)

[6.3 接口函数 6](#_Toc355553476)

[6.4 运行流程 6](#_Toc355553477)

[6.5 指令译码 6](#_Toc355553478)

[6.6 中断处理 6](#_Toc355553479)

[6.7 NXVM特殊指令 6](#_Toc355553480)

[第七章 中断控制器 7](#_Toc355553481)

[7.1 引言 7](#_Toc355553482)

[7.2 数据结构 7](#_Toc355553483)

[7.3 接口函数 7](#_Toc355553484)

[7.4 端口枚举 7](#_Toc355553485)

[7.5 设备驱动 7](#_Toc355553486)

[第八章 直接内存访问 8](#_Toc355553487)

[8.1 引言 8](#_Toc355553488)

[8.2 数据结构 8](#_Toc355553489)

[8.3 接口函数 8](#_Toc355553490)

[8.4 端口枚举 8](#_Toc355553491)

[8.5 设备驱动 8](#_Toc355553492)

[第九章 软盘控制器 9](#_Toc355553493)

[9.1 引言 9](#_Toc355553494)

[9.2 数据结构 9](#_Toc355553495)

[9.3 接口函数 9](#_Toc355553496)

[9.4 端口枚举 9](#_Toc355553497)

[9.5 设备驱动 9](#_Toc355553498)

[第十章 软盘驱动器 10](#_Toc355553499)

[10.1 引言 10](#_Toc355553500)

[10.2 数据结构 10](#_Toc355553501)

[10.3 接口函数 10](#_Toc355553502)

[第十一章 键盘控制器 11](#_Toc355553503)

[11.1 引言 11](#_Toc355553504)

[11.2 数据结构 11](#_Toc355553505)

[11.3 接口函数 11](#_Toc355553506)

[11.4 端口枚举 11](#_Toc355553507)

[11.5 设备驱动 11](#_Toc355553508)

[第十二章 显示适配器 12](#_Toc355553509)

[12.1 引言 12](#_Toc355553510)

[12.2 数据结构 12](#_Toc355553511)

[12.3 接口函数 12](#_Toc355553512)

[12.4 端口枚举 12](#_Toc355553513)

[12.5 设备驱动 12](#_Toc355553514)

[第十三章 平台隔离设计 13](#_Toc355553515)

[13.1 引言 13](#_Toc355553516)

[13.2 接口函数 13](#_Toc355553517)

[13.3 回调函数 13](#_Toc355553518)

[第十四章 运行模式：Win32控制台 14](#_Toc355553519)

[14.1 引言 14](#_Toc355553520)

[14.2 运行流程 14](#_Toc355553521)

[14.3 显示器 14](#_Toc355553522)

[14.4 键盘 14](#_Toc355553523)

[第十五章 运行模式：Win32窗口 15](#_Toc355553524)

[15.1 引言 15](#_Toc355553525)

[15.2 运行流程 15](#_Toc355553526)

[15.3 显示器 15](#_Toc355553527)

[15.4 键盘 15](#_Toc355553528)

[第十六章 调试方法 16](#_Toc355553529)

[16.1 引言 16](#_Toc355553530)

[16.2 单步调试 16](#_Toc355553531)

[16.3 断点调试 16](#_Toc355553532)

[16.4 日志调试 16](#_Toc355553533)

[第十七章 运行模式：Win32窗口 17](#_Toc355553534)

[14.1 引言 17](#_Toc355553535)

[14.2 运行流程 17](#_Toc355553536)

[14.3 显示器 17](#_Toc355553537)

[14.4 键盘 17](#_Toc355553538)

[技术参考 18](#_Toc355553539)

# 第一章 概述

金属材料是重要的工程材料。相比于其他材料，金属材料具有高的断裂韧性。金属材料还具有性能各向均一性，而且它们在拉伸或者压缩的时候强度一致。大多数金属材料比陶瓷和高分子具有更佳的导电导热性。在数百摄氏度的高温下，金属材料仍然能够具备良好的总体力学性能。因此，至今金属材料在生产建设中仍具有无可替代的重要性。然而，现代技术不仅仅依赖于这些传统的金属性能，而是更紧迫地需要具有新的优异性能的金属材料。增加金属的强度而不牺牲其它性能，这是金属材料研究中的一个关键课题[1]。

## 1.1 开发目的

金属

## 1.2 设计原则

上世

**图1-1：Cu-5%Al合金中的孪晶形貌透射电镜扫描照片[49]**

## 1.3 工作环境

本次

## 1.4 源码文件

正文

## 1.5 预备知识

正文

# 第二章 NXVM结构总论

## 2.1 基本概念

分子

## 2.2 模块划分

正文

## 2.3 运行流程

正文

## 2.4 编码规范

求解

# 第三章 NXVM控制台

## 3.1 控制台功能

化学

## 3.2 硬件调试器

正文

## 3.3 汇编器和反汇编器

过渡

# 第四章 输入输出端口

## 4.1 引言

引言描述了设备的功能和设计思路：

I/O端口提供了CPU和外部设备的接口。

## 4.2 数据结构

正文

## 4.3 接口函数

正文

# 第五章 内存

本章节的目的在于研究无序固溶体中固溶原子的浓度对稳态层错能产生的影响，试验模型的构造也将紧密围绕这这一目的而展开。我们还通过微动弹性带方法，计算出了不同浓度下合金中产生层错的各个过渡态的能量。

## 5.1 引言

正文

## 5.2 数据结构

正文

## 5.3接口函数

正文

# 第六章 中央处理器

## 6.1 引言

正文

## 6.2 数据结构

本章

## 6.3 接口函数

正文

## 6.4 运行流程

## 6.5 指令译码

## 6.6 中断处理

## 6.7 NXVM特殊指令

# 第七章 中断控制器

## 7.1 引言

正文

## 7.2 数据结构

本章

## 7.3 接口函数

正文

## 7.4 端口枚举

## 7.5 设备驱动

# 第八章 直接内存访问

## 8.1 引言

正文

## 8.2 数据结构

本章

## 8.3 接口函数

正文

## 8.4 端口枚举

## 8.5 设备驱动

# 第九章 软盘控制器

## 9.1 引言

正文

## 9.2 数据结构

本章

## 9.3 接口函数

正文

## 9.4 端口枚举

## 9.5 设备驱动

正文

# 第十章 软盘驱动器

## 10.1 引言

正文

## 10.2 数据结构

本章

## 10.3 接口函数

正文

# 第十一章 键盘控制器

## 11.1 引言

正文

## 11.2 数据结构

本章

## 11.3 接口函数

正文

## 11.4 端口枚举

## 11.5 设备驱动

# 第十二章 显示适配器

## 12.1 引言

正文

## 12.2 数据结构

本章

## 12.3 接口函数

正文

## 12.4 端口枚举

## 12.5 设备驱动

# 第十三章 平台隔离设计

## 13.1 引言

正文

## 13.2 接口函数

正文

## 13.3 回调函数

正文

# 第十四章 运行模式：Win32控制台

## 14.1 引言

正文

## 14.2 运行流程

本章

## 14.3 显示器

正文

## 14.4 键盘

# 第十五章 运行模式：Win32窗口

## 15.1 引言

正文

## 15.2 运行流程

本章

## 15.3 显示器

正文

## 15.4 键盘

# 第十六章 调试方法

## 16.1 引言

正文

## 16.2 单步调试

本章

## 16.3 断点调试

正文

## 16.4 日志调试

# 技术参考

[1] Lu K. The future of metals[J]. Science, 2010, 328(5976):319-320.

[2] Lu L, Shen Y F, Chen X H, et al. Ultrahigh strength and high electrical conductivity in copper[J]. Science, 2004, 304(5669): 422-426.

[3] Hideji S. Segregation of Solute Atoms to Stacking Faults[J]. Journal of the Physical Society of Japan Vol. 17, No.2 February, 1962

[4] Alder B J, Wainwright T E. Studied in molecular dynamics: I. General method. J. Chem. Phys, 1959; 31:459

[5] Rahman A. Correlation of motion of atoms in liquid argon. Phys. Rev. A, 1964; 136:405

[6] Beeman D. Some multistep methods for use in molecular dynamics calculations. J. Comp. Phys., 1976; 20:130

[7] Verlet L. Phys. Rev[J], 1967, 159:98-103.

[8] Gear C W. Numerical Initial Value Problems in Ordinary Differential Equations. NJ: Prentice-Hall, Engewood Cliffs, 1971

[9] Nose S. A molecular dynamics method for simulations in the canonical ensemble. Mol. Phys., 1984; 52:255

[10] Nose S. A unified formulation of the constant temperature molecular dynamics methods. J. Chem. Phys, 1984; 81:511

[11] Anderson H C. Molecular dynamics simulation at constant pressure and/or temperature. J. Chem. Phys, 1980; 72:2384

[12] Parrinello M, Rahman A. Crystal structure and pair potentials: A molecular dynamics study. Phys. Rev. Lett, 1980; 45:1196

[13] Parrinello M, Rahman A. Polymorphic transitions in single crystals: A new molecular dynamics method. J. Appl. Phys., 1981; 52:7182

[14] Hoover W G. Canonical dynamics: Equilibrium phase-space distributions. Phys. Rev. A, 1985; 31:1695

[15] Maitland G C, Rigby M, Smith E B, Wakeham W A. Intermolecular Forces. Clarendon Press, Oxford, 1981

[16] McQuarrie D A. Statistical Mechanics. New York: Harper and Row, 1976

[17] Daw M S, Baskers M I. Semiempirical, quantum mechanical calculation of hydrogen embrittlement in metals. Physical Review Letters, 1983; 50:1285

[18] Daw M S, Baskers M I. Phys. Rev. B, 1984; 29:6443

[19] Daw M S, Baskers M I. Embeded-atom method: Derivation and application to impurities, surfaces, and other defects in metals. Physical Review B, 1984; 29:6443

[20] Doyama M, Kogure Y. Embeded-atom potentials in fcc and bcc metals. Computational Materials Science, 1999; 14:80

[21] Foiles S M, Baskers M I, Daw M S. Embedded-atom-method functions for the fcc metals Cu, Ag, Au, Ni, Pd, Pt, and their alloys. Phys. Rev. B., 1986; 33:7983

[22] Truhlar D G, Garrett B C, Klippenstein S J. Current status of transition-state theory. J. Phys. Chem, 1996; 100:12771

[23] Wigner E. The transition state method. Trans. Faraday Soc., 1938; 34:29

[24] Halgren T A, Lipscomb W N. The synchronous-transit method for determining reaction pathways and locating molecular transition states. Chem. Phys. Lett., 1977; 49:225

[25] Rothman M J, Lohr L L. Analysis of an energy minimization method for locating transition states on potential energy hypersurfaces. Chem. Phys. Lett., 1980; 70:405

[26] Jonsson H, Mills G, Jacobsen K W. Nudged elastic band method for finding minimum energy paths of transitions. Singapore: World Scientific, 1998

[27] Elber R, Karplus M. A method for determining reaction paths in large molecules: Application to myoglobin. Chem. Phys. Lett., 1987; 139:375

[28] Henkelman G, Uberuaga B P, Jonsson H. A climbing image nudged elastic band method for finding saddle points and minimum energy paths. Journal of Chemical Physics, 2000; 113:9901

[29] Helkelman G, Jónsson H. Improved tangent estimate in the nudged elastic band method for finding minimum energy paths and saddle points[J]. Journal of Chemical Physics, 2000, 113(22): 9978-9985.

[30] VASP TST Tool website[EB/OL]: <http://theory.cm.utexas.edu/vtsttools/neb>

[31] Jin Z H, Dunham S T, Gleiter H, et al. A universal scaling of planar fault energy barriers in face-centered cubic metals[J]. Scripta Materialia, 2011, 64(7): 605-608.

[32] Han J, Su X M., Jin Z H, et al. Basal-plane stacking-fault energies of Mg: A first-principles study of Li- and Al- alloying effects[J]. Scripta Materialia, 2011, 64(8): 693-696.

[33] Venables J A. The nucleation and propagation of deformation twins[J]. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 1964, 25(7): 693-700.

[34] Smallman R E, Green D. The dependence of rolling texture on stacking fault energy[J]. Acta Metallurgica, 1964, 25(7)

[35] Randle V. Mechanism of twinning-induced grain boundary engineering in low stacking-fault energy materials[J]. Acta Materialia, 1999, 47(15-16): 4187-4196.

[36] El-Danaf E, Kalidindi S R, Doherty R D. Influence of grain size and stacking-fault energy on deformation twinning in fcc metals[J]. Metallurgical and Materials Transactions A, 1999, 30(5): 1223-1233.

[37] Rohatgi A, Vecchio K S. The variation of dislocation density as a function of the stacking fault energy in shock-deformed FCC materials[J]. Materials Science and Engineering A, 2002, 328(1-2): 256-266.

[38] Zhao Y H, Zhu Y T, Liao X Z, et al. Influence of stacking fault energy on the minimum grain size achieved in serve plastic deformation[J]. Materials Science and Engineering A, 2007, 463(1-2): 22-26.

[39] Lee T H, Shin E, Oh C S, et al. Correlation between stacking fault energy and deformation microstructure in high-interstitial-alloyed austenitic steels[J]. Acta Materialia, 2010, 58(8): 3173-3186.

[40] Rohatgi A, Vecchio K S, Gray III G T. The influence of stacking fault energy on deformation mechanism and dislocation storage capacity in ultrafine-grained materials, Scripta Materialia, 2009, 60(1): 52-55.

[41] Jonathan A Z, Huajian G, Farid F A. Generalized stacking fault energies for embedded atom FCC metals, Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. 8 (2000) 103–115.

[42] Vitek V. Intrinsic Stacking Faults in Body-centred Cubic Crystals. Phil. Mag., 1968; 18:773

[43] Rice J R. Dislocation Nucleation from a Crack Tip - an Analysis Based on the Peierls Concept. Journal of the Mechanics and Physics of Solids, 1992; 40:239

[44] LAMMPS website[EB/OL]: <http://lammps.sandia.org/>

[45] FactSage Phase Diagrams[EB/OL]: <http://www.factsage.com>

[46] P. L. Williams，Y. Mishin, J. C. Hamilton. An embedded-atom potential for the Cu–Ag system, Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. 14 (2006) 817–833.

[47] X. Y. Liu，P.P. Ohotnicky，J.B. Adams. Anisotropic surface segregation in Al-Mg alloys, Surface Science Volume 373, Issues 2-3, 1 March 1997, 357-370.

[48] Y. Mishin. Atomistic modeling of the γ and γ′-phases of the Ni–Al system, Acta Materialia Volume 52, 2004, 1451-1467.

[49] S. Qu, X.H. An, H.J. Yang, et al. Microstructural evolution and mechanical properties of Cu–Al alloys subjected to equal channel angular pressing