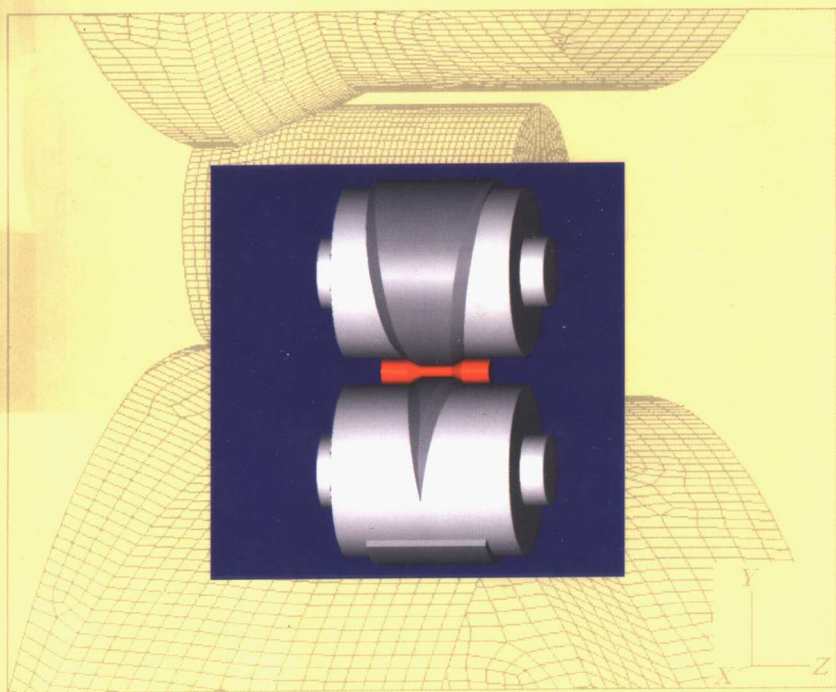


楔横轧零件 成形技术与模拟仿真

胡正寰 张康生 王宝雨 束学道 杨翠苹 著

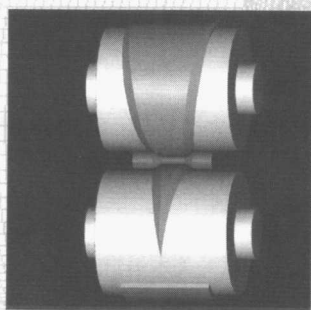


冶金工业出版社

国家自然科学基金资助

楔横轧零件 成形技术与模拟仿真

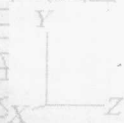
胡正寰 张康生 王宝雨 束学道 杨翠苹 著



北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2004



内 容 简 介

楔横轧是一种轴类零件成形新工艺、新技术,它是冶金轧制与机械锻压技术的交叉与发展。

作者从事楔横轧技术的研究、开发与推广工作 30 多年,近几年在国家自然科学基金资助下,对楔横轧技术中一些基础理论问题进行了比较系统的研究,本书是在上述工作基础上完成的。

本书是一本全面阐述楔横轧技术的专著,主要内容包括:轧制原理、变形机理、轧齐理论、轧制力能参数、模具设计、模具 CAD/ CAM、机械设备等。

本书主要供从事楔横轧研究与生产应用人员使用,也可供从事冶金轧制、机械锻造的技术人员、大专院校师生使用与参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

楔横轧零件成形技术与模拟仿真/胡正寰等著. —北京:
冶金工业出版社, 2004.5

ISBN 7-5024-3518-2

I. 楔… II. 胡… III. ①楔横轧机—轧制 ②楔横
轧机—计算机辅助设计 ③楔横轧机—计算机辅助制造
IV. TG335.19

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 033730 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 王秋芬 葛志祺 美术编辑 王耀忠

责任校对 符燕蓉 李文彦 责任印制 李玉山

北京市铁成印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2004 年 5 月第 1 版, 2004 年 5 月第 1 次印刷

148mm × 210mm; 11 印张; 8 插页; 351 千字; 338 页

48.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

楔横轧是一种轴类零件成形新工艺、新技术。与传统的切削、锻造零件成形工艺比较,它具有生产效率高3~7倍,节约材料率20%~40%,生产成本低30%左右等优点,被公认是当今先进制造技术的组成部分。

楔横轧轴类零件技术,出现于20世纪中期,到20世纪末期,某些发达国家已将它应用于汽车、拖拉机、摩托车、发动机、五金工具等零件的生产,显示其众多优点,受到世人的瞩目。人们预计21世纪,该技术将在更多的国家、更多的零件上得到应用。

在学科上,楔横轧属冶金轧制与机械制造交叉。楔横轧与冶金轧制都是连续回转成形,即都属轧制范畴,但传统冶金轧制生产的是等截面的产品,如圆形棒材等,它往往给零件提供半成品,而楔横轧生产的是变截面的产品,即由不同圆截面组成的轴类零件,它是冶金轧制的发展和深度加工。楔横轧与锻造都属零件塑性成形范畴,但与断续、整体模锻零件成形不同,它是连续、局部零件成形,因为是连续成形,所以生产效率高;因为是局部成形,所以载荷特别小,具有设备小,模具寿命高等优点。所以它是锻造的发展,是塑性成形新技术。

20世纪60年代初,前捷克斯洛伐克发明了楔横轧技术并将其应用于生产,随后将这项新技术与设备先后卖给英国、美国等国家,用它生产汽车、五金工具等零件,成为世界上公认的轴类零件成形新技术。由于楔横轧技术的特殊性与复杂性,直到上世纪末该技术也只有少数国家全面掌握。

我国在楔横轧上起步不晚,20世纪60年代末,重庆大学、清华大学、东北大学等单位就进行楔横轧的研究与开发工作,并取得相

当多的理论与实际成果,但未能实现工业上的应用。

北京钢铁学院(现北京科技大学)从1958年起进行斜轧技术的研究,1973年开始楔横轧技术的研究,由于楔横轧与斜轧在技术上有很多相通之处,于1979年楔横轧五金工具毛坯被研制成功并应用于工业生产,收到显著的经济与技术效果。这是自行研究的辊式楔横轧首先在我国应用于工业生产。随后,与第二汽车厂共同承担“楔横轧汽车、拖拉机零件研究”国家“六五”攻关项目,并将汽车、拖拉机上具有代表性的零件,包括变速箱二轴、转向球销、转向直拉杆等研究轧制成功并应用于生产,从而使楔横轧技术在我国得到广泛的承认。为了在我国推动斜轧与楔横轧技术的发展与应用,我们在1985年出版了《斜轧与楔横轧原理、工艺与设备》专著,该书获得全国优秀科技图书二等奖。

1985~1996年期间,北京科技大学在楔横轧技术的研究、开发与推广上取得突破性进展,包括在北京、上海、四川、山东、湖北等10多个省市推广生产线40多条,开发并投产的零件140多种,累计生产的零件2000多万件,总重量20多万t,经济效益十分显著。由于科技推广工作成绩突出,在1995年中央召开的全国科技大会上,被原国家科委评为“全国十大典型推广项目”之一。“楔横轧复杂高精度零件开发与推广”获1996年国家科技进步三等奖;“楔横轧复卷轴类零件技术开发与推广”获1996年原国家教委科技进步一等奖;“楔横轧多缸凸轮轴”获1994年四川省科技进步一等奖等多项奖励。北京科技大学的楔横轧技术在国内处于领先地位,在国际上处于先进水平。在此基础上1996年出版了《楔横轧理论与应用》专著,该书获冶金科技进步三等奖。

1996~2003年期间,北京科技大学的楔横轧技术在研究、开发与推广上又取得重大进展,总计在全国22个省市推广轧制生产线80多条,并出口美国等国3条,开发投产的零件总数近300种,总重量80多万吨。不仅在国内保持领先水平,而且在轧制零件的品种、复杂程度与精度等方面处于世界先进甚至领先地位。

为了保持我国楔横轧在国际上的先进地位,需要用当今先进方

法与手段,对楔横轧中一些基础理论问题进行深入系统的研究。对此,国家自然科学基金委员会给予了有力的支持,将“零件精确轧制成形机理与多学科仿真”列为重点项目(执行期为2001年1月至2003年12月)。经3年20多人的工作,从理论与实践相结合中弄清了楔横轧一些关键问题:轧制时金属的流动规律,为零件精确成形打下理论基础;轧制压力与力矩大小及其特征,为设备设计打下了理论基础;轧件主要缺陷——中心疏松与轧件端面凹心等发生机理,为零件质量打下理论基础;模具数字化设计与制造,为模具优化设计与制造打下理论基础等。在上述工作的基础上实现了轧制成形过程、轧制应力场与应变场,模具设计与制造等模拟仿真。在这些工作的基础上我们完成了《楔横轧零件成形技术与模拟仿真》这本专著。

本书由胡正寰(第一章、第二章、第三章、第六章、第八章)、张康生(第四章、第三章第4节)、王宝雨(第七章、第五章第1、2节)、束学道(第五章第3、4、5、6节、第八章第3节)、杨翠苹(第四章技术基础工作与写作讨论)等人编写,全书由胡正寰审定。参与本书编写工作的还有:张巍(第六章第5节)、李玉京、颜世公(轧制实验)、常相和(模具制造)等;参加工作的有关研究生有:马振海、杨宏青、杜惠萍、邢希东等博士生,孙一鑫、黄敬义、王红梅、石洪磊、马国华等硕士生。

尽管我们从事楔横轧技术工作已30年,但对楔横轧中某些理论与实际问题仍在认识之中,本书涉及的内容很可能认识不够全面、准确,甚至有不妥之处,殷切希望读者批评指正。

著者

2004年2月



图 1-16 北京科技大学开发的部分楔横轧产品

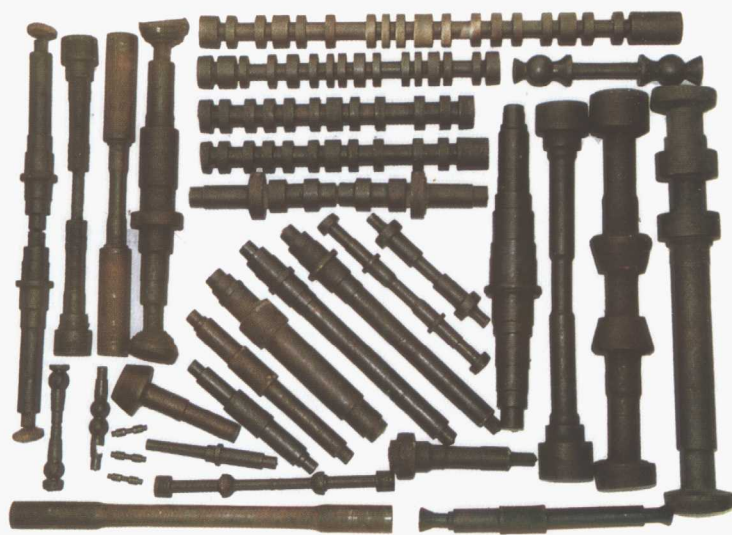


图 1-17 我国生产的楔横轧汽车轴类零件



图 1-18 我国生产的楔横轧拖拉机轴类零件

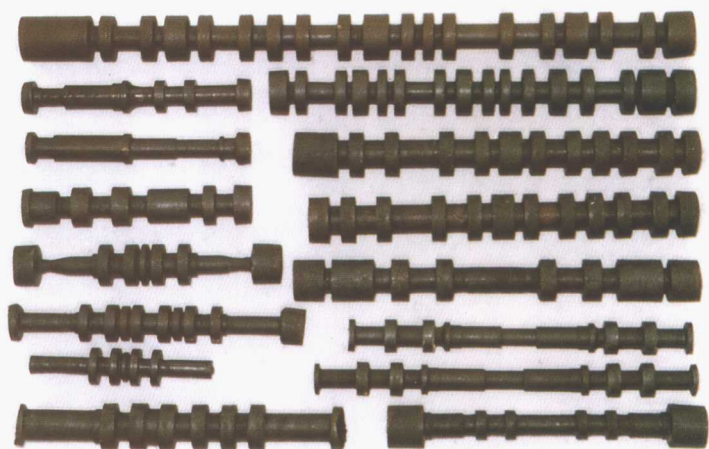


图1-19 我国生产的楔横轧发动机凸轮轴

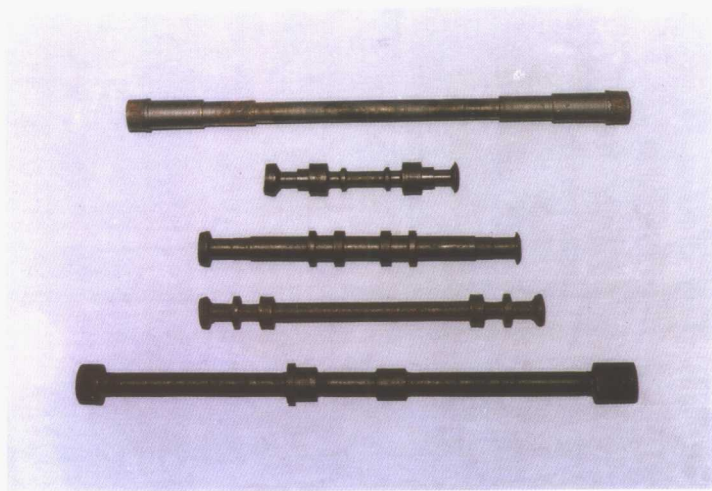


图 1-20 我国生产的楔横轧摩托车与自行车轴类零件



图 1-21 我国生产的楔横轧五金工具毛坯



图 1-22 我国生产的楔横轧纺织锭杆



图 1-23 我国生产的楔横轧电磁铁角、截齿刀体



图 1-24 我国生产的楔横轧空心零件

图 1-25 楔横轧二次楔轧制的汽车中间轴与主动轴
(上下为原料)

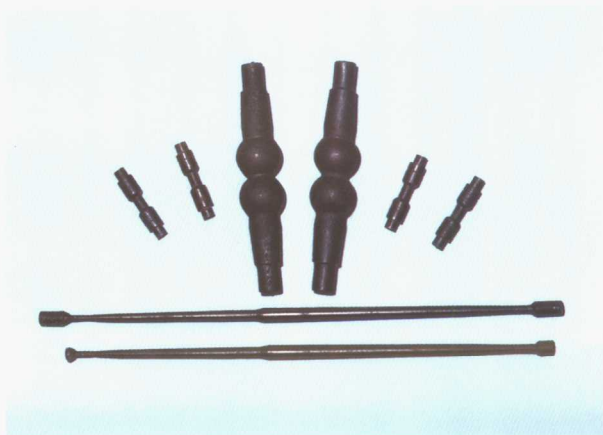
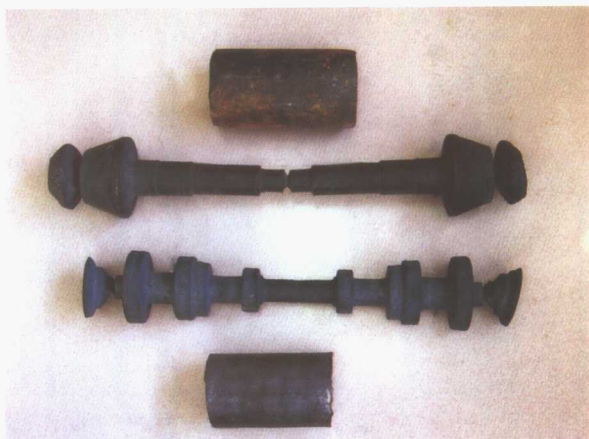


图 1-26 精轧的汽车同步器锁销、转向球销与纺织锭杆



图1-27 楔横轧制坯模锻成形的连杆、曲柄与五金工具零件



图 1-28 楔横轧与摆辗结合生产的汽车半轴零件

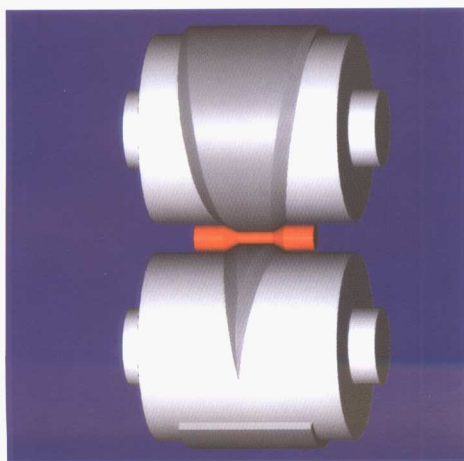


图 3-3 典型楔横轧模具几何模型

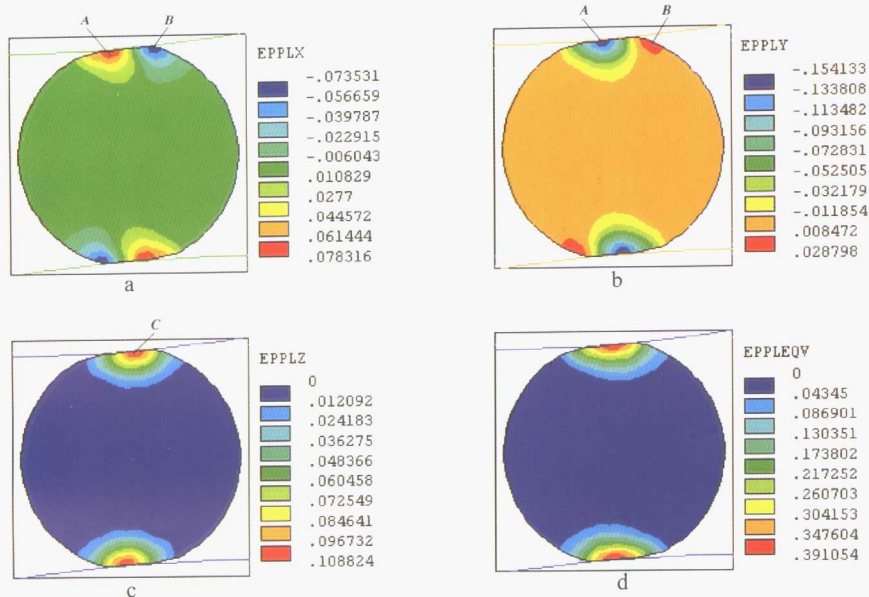


图 3-6 楔横轧起楔段横截面上的应变场

$\alpha=28^\circ$ $\beta=8^\circ$ $\psi=40\%$ $d=40\text{mm}$

a- 横向应变 ϵ_x ; b- 纵向应变 ϵ_y ; c- 轴向应变 ϵ_z ; d- 等效应变 $\bar{\epsilon}$

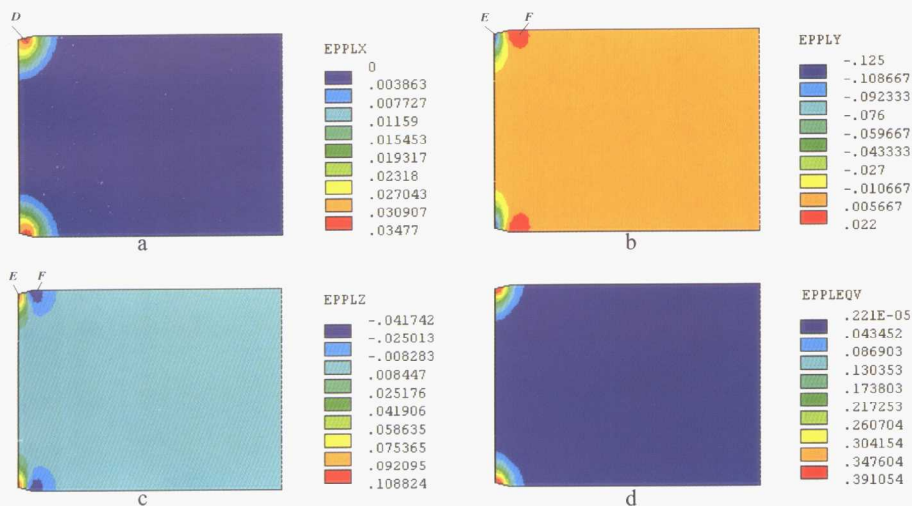


图 3-8 楔横轧起楔段纵截面上的应变场

$\alpha=28^\circ$ $\beta=8^\circ$ $\psi=40\%$ $d=40\text{mm}$

a- 横向应变 ϵ_x ; b- 纵向应变 ϵ_y ; c- 轴向应变 ϵ_z ; d- 等效应变 $\bar{\epsilon}$

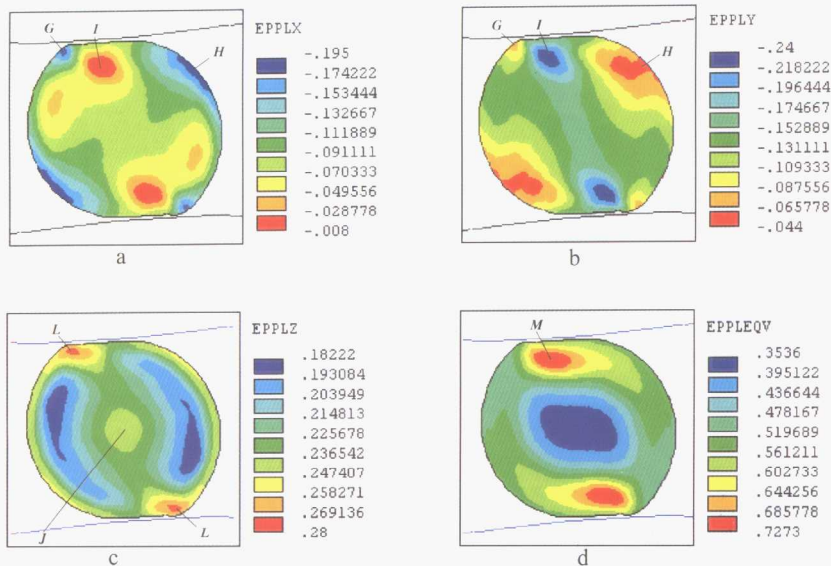


图 3-9 楔横轧展宽段横截面上的应变场

$$\alpha=28^{\circ} \quad \beta=8^{\circ} \quad \psi=40\% \quad d=40\text{mm}$$

a-横向应变 ϵ_x ; b-纵向应变 ϵ_y ; c-轴向应变 ϵ_z ; d-等效应变 $\bar{\epsilon}$

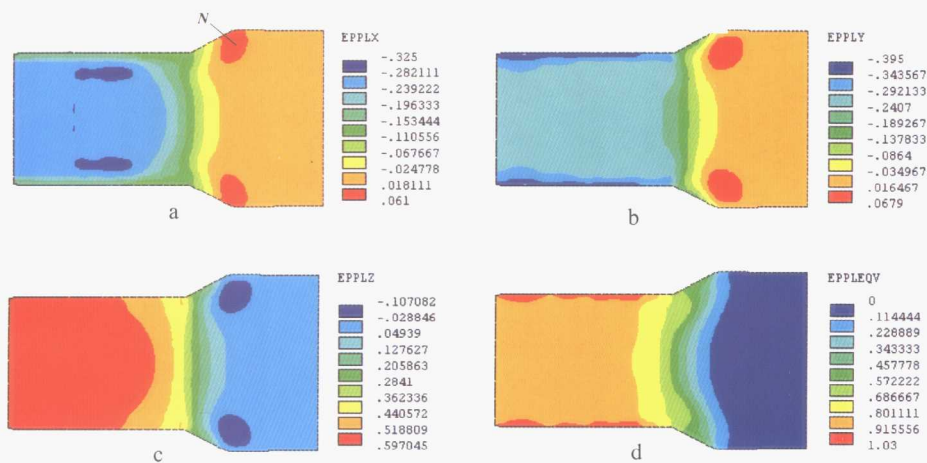


图 3-10 楔横轧展宽段纵截面上的应变场

$$\alpha=28^{\circ} \quad \beta=8^{\circ} \quad \psi=40\% \quad d=40\text{mm}$$

a-横向应变 ϵ_x ; b-纵向应变 ϵ_y ; c-轴向应变 ϵ_z ; d-等效应变 $\bar{\epsilon}$

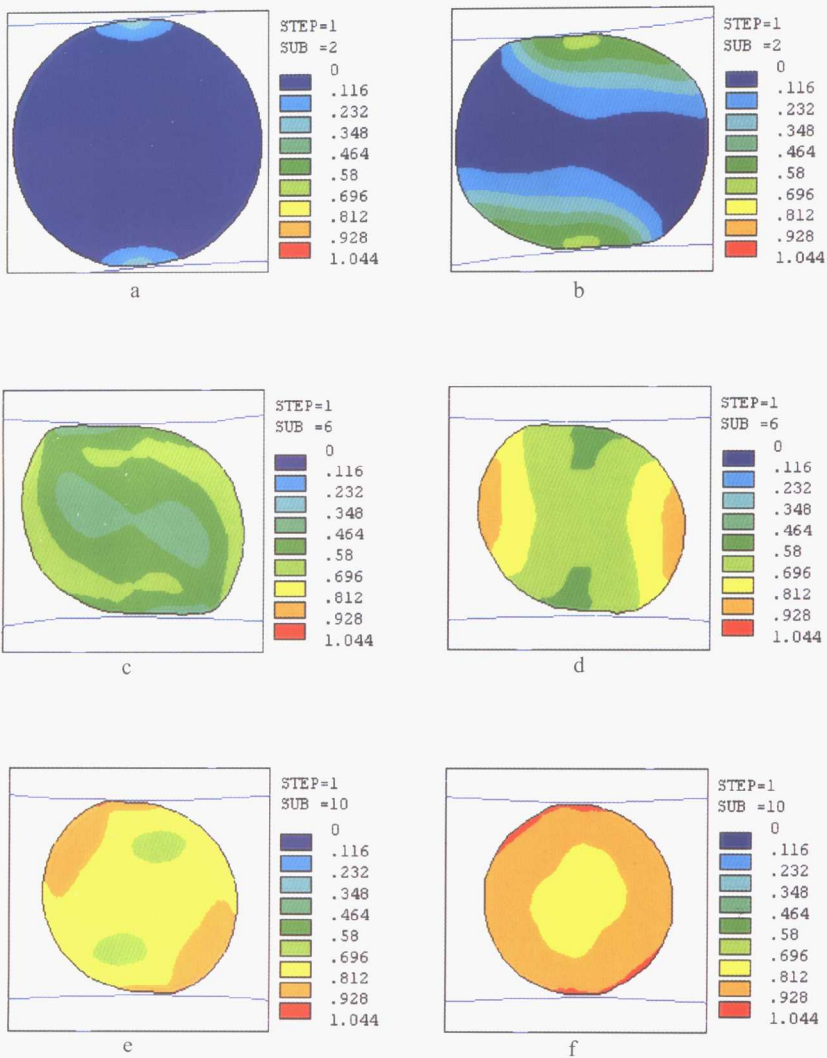


图 3-12 截面不动成形区位置改变时的等效应变

a-轧件刚咬入； b-轧件旋转 1/4 周； c-轧件旋转 1/2 周； d-轧件旋转 3/4 周；
e-轧件旋转 1 周； f-轧件旋转 5/4 周

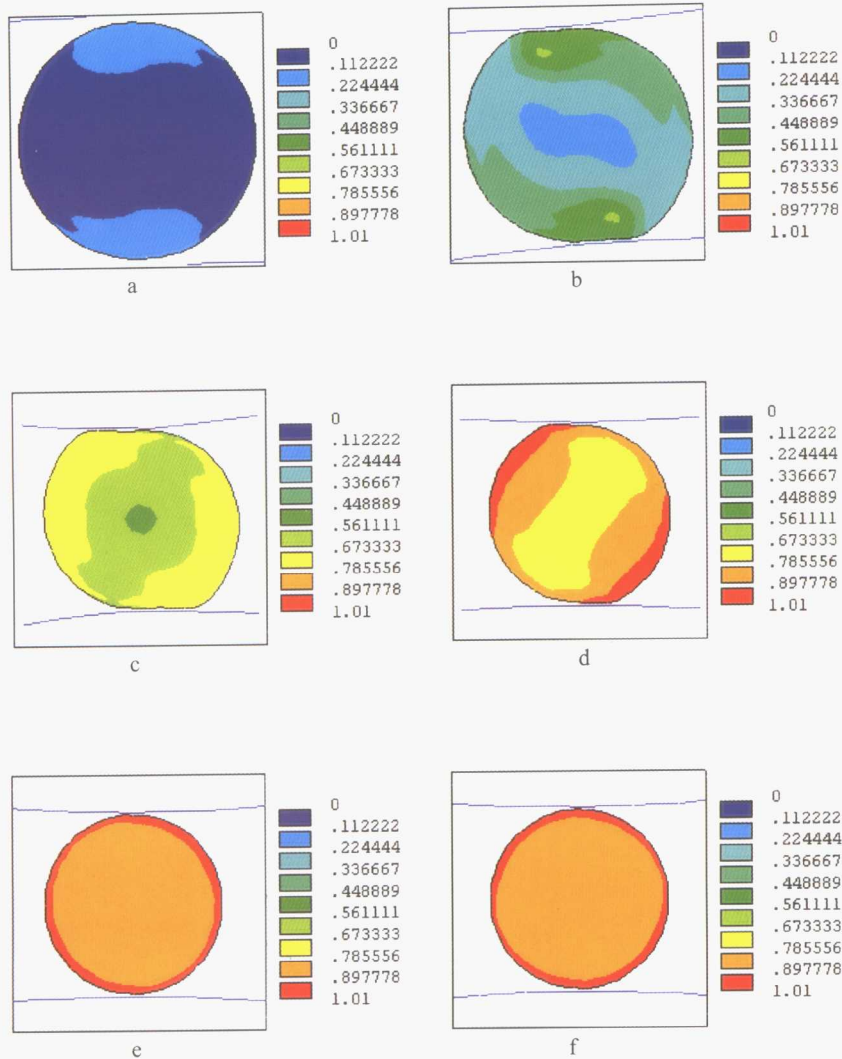
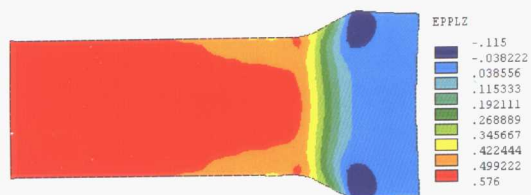
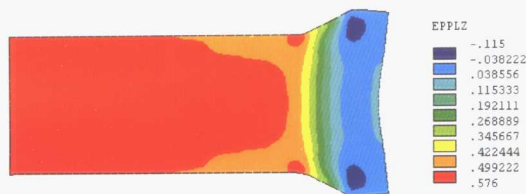


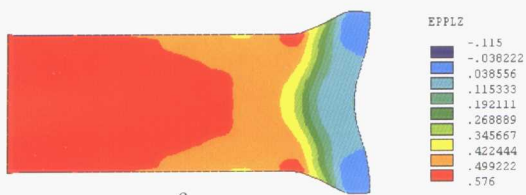
图 3-14 成形区不动轧件不同截面的等效应变



a



b

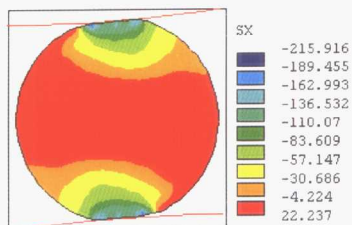


c

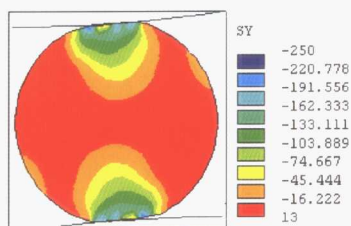
图 3-23 楔横轧轧件不同端头长度下的轴向应变场

$\alpha=28^\circ$ $\beta=8^\circ$ $\psi=40\%$ $d=40\text{mm}$

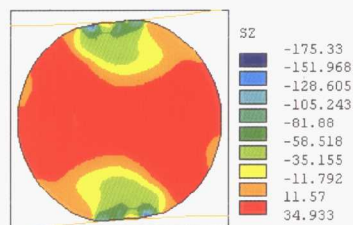
a- $l=16\text{mm}$; b- $l=8\text{mm}$; c- $l=4\text{mm}$



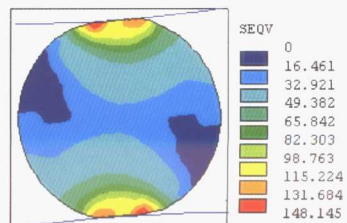
a



b



c



d

图 3-24 楔横轧起楔段横截面上的应力场

$\alpha=28^\circ$ $\beta=8^\circ$ $\psi=40\%$ $d=40\text{mm}$

a-横向应力 σ_x ; b-纵向应力 σ_y ;

c-轴向应力 σ_z ; d-等效应力 $\bar{\sigma}$