



有色金属材料生产技术问答系列图书

铝锻造生产技术问答

张宏伟 主 编

由 琇 唐秀梅 副主编



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

铝锻造生产技术问答

主 编 张宏伟

副主编 由 琇 唐秀梅

参 编 付宇明 朱自华 由文博



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

铝锻造生产技术问答/张宏伟主编. —长沙:中南大学出版社,
2013.4

ISBN 978 - 7 - 5487 - 0802 - 5

I. 铝... II. 张... III. 铝合金 - 锻造 - 生产工艺 - 问题解答
IV. TG319 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 029038 号

铝锻造生产技术问答

主 编 张宏伟

-
- 责任编辑 刘颖维
责任印制 文桂武
出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路
发行科电话:0731-88876770
印 装 长沙国防科大印刷厂



传真:0731-88710482

-
- 开 本 880 × 1230 1/32 印张 11.75 字数 360 千字 插页
版 次 2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 0802 - 5
定 价 42.00 元
-

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

铝合金锻件是航空航天、交通运输、动力能源、机械制造等部门制作关键受力部件不可缺少的材料，在国民生产和国防军工中占有重要的特殊地位。随着航空航天、现代交通运输（特别是现代汽车和高速轨道等）、新型能源等工业的发展，近几年来节能、环保、安全等对轻量化要求的剧增，以铝代钢，以铝代铜、以锻代铸已成为发展趋势。铝合金锻件具有密度低、比强度和比刚度高、耐腐蚀、抗疲劳、加工性能和使用性能良好的特性，已得到越来越广泛的应用。

随着我国铝合金锻造加工工业的迅猛发展，中、高级技术工人短缺的形势越来越严重，为了培养中高级技术工人，一套适合于他们的书籍十分必要，但是目前这方面的专门书籍很难见到，为此编写了《铝锻造生产技术问答》一书。

书中内容分热加工理论基础、锻造设备，锻造工艺和锻造检验四个方面。本书全面论述了铝合金锻造原理、工艺、技术与设备等，全书共分7章，内容包括：基础知识、自由锻造、模锻生产、锻件热处理、质量检查及控制、锻压设备和新工艺新技术等。在内容组织和结构安排上，力求理论联系实际，切合生产实际需求，突出实用性、先进性和行业特色，深入浅出地讨论了解决关键锻造技术难题的途径和方法，对解决生产中遇到的技术质量问题会有所帮助。

本书是铝合金锻造生产技术人员及中、高级技术工人的参考用书，同时也可供铝合金材料加工企业、使用单位及相关部门的科技工作者、管理人员等参考资料使用。由于本书重点突出，可操作性强，

可作为初、中级锻工进行自学和培训的辅助教材，是锻工提高理论知识和操作技能的综合性技术书籍。

本书的第1、2、5章由张宏伟编写，第3章由张宏伟、付宇明编写，第4章热处理部分由由琇、张宏伟和由文博编写，第6章锻造设备部分由唐秀梅、张宏伟编写，第7章由由琇、朱自华编写。

本书编写过程中，参阅了国内外有关专家、学者的一些文献资料，同时得到李念奎教授的指导，以及任伟才、康春岩、刘科研、王庆亮的帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，时间仓促，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2013年3月

目 录

第 1 章 铝合金锻造生产技术基础知识	(1)
1. 什么是锻造?	(1)
2. 锻造有什么特点?	(1)
3. 锻造怎样分类?	(2)
4. 锻造生产工艺过程一般是怎样的?	(2)
5. 锻造成形的实质是什么?	(3)
6. 铝合金的锻造工艺性能有何特点?	(3)
第 2 章 铝合金自由锻造	(5)
1. 自由锻造有何特点?	(5)
2. 铝合金自由锻件分哪几类? 各有何特点?	(6)
3. 对锻造原材料有哪些要求? 如何检验?	(7)
4. 锻造所用坯料有哪些常见的缺陷? 如何去除?	(8)
5. 什么是下料? 锯切下料时应注意哪些情况?	(8)
6. 铝合金锻前加热的目的是什么? 怎样选择加热炉?	(9)
7. 什么是锻造温度范围? 如何确定铝合金锻造温度范围?	(9)
8. 铝合金的加热时间如何确定?	(11)
9. 对坯料加热的要求及坯料加热时的注意事项有哪些?	(11)
10. 铝合金锻造常用的锻造工模具有哪些? 各有何用途?	(12)
11. 铝合金锻造用工模具的预热制度	(14)
12. 自由锻造分哪些工序?	(14)
13. 什么是镦粗? 如何减小镦粗变形不均匀?	(14)
14. 常用的镦粗方法有哪些? 镦粗工序有哪些用途?	(16)
15. 镦粗工序应遵守哪些规则?	(18)
16. 什么是拔长? 拔长工序有何作用?	(20)
17. 常用的拔长方法有哪些?	(20)

18. 拔长操作时应注意什么? (22)
19. 怎样提高拔长效率? (24)
20. 什么是冲孔? (24)
21. 常用的冲孔方法有哪些? (25)
22. 冲孔操作应遵守哪些规则? (26)
23. 如何确定冲孔的工艺参数? (27)
24. 冲孔时常见缺陷及防止措施 (28)
25. 什么是扩孔? 扩孔有哪些作用? (30)
26. 常用的扩孔方法有哪些? 主要工艺特点是什么? (30)
27. 心轴扩孔工序有何操作要点? 如何确定其工艺参数? (31)
28. 什么是心轴拔长? (33)
29. 心轴拔长的主要质量问题有哪些? (33)
30. 心轴拔长有何操作要点? (35)
31. 什么是弯曲变形? (36)
32. 如何消除弯曲时产生的缺陷? (36)
33. 什么是锻件图? 如何绘制? (37)
34. 设计自由锻件图的主要依据什么? 自由锻件形状设计应遵循的基本原则是什么? (38)
35. 什么是锻件的公差和加工余量? 如何确定各种自由锻件的余量和公差? (38)
36. 什么是余块、余面、法兰、凹挡、凸肩和台阶? (40)
37. 制订自由锻工艺主要包括哪些内容? (41)
38. 如何确定自由锻变形工艺? (41)
39. 如何确定自由锻造工艺方案? (45)
40. 确定工序尺寸设计时应注意些什么? (47)
41. 什么是锻造比? 各种工序的锻造比如何计算? (47)
42. 怎样确定毛坯重量? 怎样确定毛坯尺寸? 如何确定余面重量? 如何计算工艺废料? (48)
43. 如何确定自由锻件质量检查的取样位置? (50)
44. 什么叫胎模锻造? 胎模锻造有哪些特点? (51)
45. 胎模锻件如何分类? (52)
46. 胎模锻工序有哪些种类? 选择胎模锻工序应注意什么? (54)

47. 什么是胎模锻件图? 锻件图有几种? 各有什么作用?	(54)
48. 绘制胎模锻件图有哪些要求?	(55)
49. 绘制胎模锻件图包括哪些内容?	(55)
50. 胎模锻件技术条件包括哪些内容?	(55)
51. 胎模设计中应注意什么?	(55)
52. 胎模材料应具有哪些特点? 如何选择胎模材料及热处理要求?	(56)
53. 各类锻件常用的胎模锻工艺方案是怎样的?	(57)
54. 怎样合理使用和维护胎模?	(59)
55. 胎模锻时当锻造设备吨位不足时, 应采用哪些工艺措施?	(60)
56. 下料过程中会产生哪些缺陷? 缺陷产生的原因是什么? 应如何预防?	(60)
57. 加热过程中会产生哪些缺陷? 缺陷的产生原因是什么? 应如何预防?	(61)
58. 锻造过程中会产生哪些缺陷? 应如何预防?	(62)
第3章 铝合金模锻生产技术	(68)
1. 铝合金模锻有哪些特点?	(68)
2. 铝合金模锻工艺如何分类?	(69)
3. 模型锻造与胎模锻造的主要区别是什么?	(69)
4. 什么是开式模锻? 有何特点?	(69)
5. 开式模锻的成形过程是怎样的?	(70)
6. 什么是闭式模锻? 有何特点?	(71)
7. 闭式模锻成形过程分哪几个阶段?	(73)
8. 模锻件设计的基本步骤有哪些?	(74)
9. 模锻件设计的基本原则及应注意因素有哪些?	(74)
10. 什么是模锻件图? 什么是冷锻件图? 什么是热锻件图?	(75)
11. 怎样设计热锻件图?	(75)
12. 模锻件图设计的主要内容是什么?	(77)
13. 模锻件图主要由哪些要素组成?	(77)
14. 绘制模锻件图的规则有哪些?	(78)
15. 模锻件的技术条件包含哪些内容?	(81)

16. 制定模锻工艺的依据有哪些? (82)
17. 模锻工艺过程及其工序组成是怎样的? (82)
18. 水压机上模锻有哪些特点? (83)
19. 水压机上模锻铝合金模锻件如何分类? 各类锻件各有何特点?
..... (84)
20. 什么叫做分模线和分模面? 有几种形式? 各有何特点? (85)
21. 如何选择分模面? (86)
22. 什么是模锻斜度? 有哪几种形式? (89)
23. 影响模锻斜度的因素有哪些? (91)
24. 如何设计模锻斜度? (93)
25. 设计模锻斜度应注意些什么? (96)
26. 什么是模锻圆角半径? 有哪几种形式? 各有何作用? (97)
27. 如何确定模锻圆角半径? (98)
28. 什么是冲孔连皮? 有何作用? (99)
29. 冲孔连皮有哪几种形式? 如何设计冲孔连皮? (100)
30. 肋条和凸台的意义及作用是什么? (101)
31. 铝合金锻件肋条有哪几种类型? (102)
32. 如何确定肋条的工艺参数? (104)
33. 什么是腹板? 如何确定腹板厚度? (106)
34. 终锻模膛设计的主要内容是什么? (107)
35. 水压机锻模是怎样构成的? (107)
36. 水压机锻模飞边槽的结构有哪些种类? 怎样设计飞边槽尺寸?
..... (108)
37. 水压机锻模导柱与导柱孔的形式、尺寸规格是怎样的? 如何布置?
..... (109)
38. 水压机锻模模膛在模块上的布置原则 (112)
39. 如何选择模块尺寸? (113)
40. 如何设计水压机锻模顶料器? (113)
41. 水压机用锻模的安装方式有哪些? (114)
42. 水压机锻模如何安装、调整? (117)
43. 水压机模锻成形工序主要包括哪些工步? 有何作用? (118)
44. 如何确定各类锻件的制坯工步? (118)

-
45. 选择模锻成形工序时应注意哪些方面? (121)
 46. 锤上模锻有哪些特点? 锤上模锻有哪些方式? (122)
 47. 锤上模锻件如何分类? 各类锻件的特点是怎样的? (122)
 48. 锤上模锻工艺制订的主要内容是什么? 锤上模锻的工艺过程是怎样的? (123)
 49. 锤锻模的结构是怎样的? 一般是由哪几部分组成? 各部位分别有何作用? (124)
 50. 锤上模锻的变形工步和模膛怎样分类? 各有何作用? (124)
 51. 什么是单模膛模锻? 单模膛模锻的操作过程是怎样的? 什么是多模膛模锻? 多模膛模锻的操作过程是怎样的? (126)
 52. 拔长模膛的结构和类型是怎样的? (127)
 53. 怎样设计拔长模膛? (129)
 54. 滚挤模膛的结构和类型是怎样的? (130)
 55. 如何设计滚挤模膛? 如何绘制滚挤模膛? (131)
 56. 卡压模膛的类型和结构是怎样的? 如何设计卡压模膛? (133)
 57. 弯曲模膛如何设计? (134)
 58. 成形模膛的类型有哪些? 如何设计成形模膛? (136)
 59. 镦粗台和压扁台的结构是怎样的? 如何设计? (137)
 60. 切断模膛的作用和结构是怎样的? 如何设计? (138)
 61. 飞边槽的结构是怎样的? 飞边槽及各部分分别有何作用? (140)
 62. 飞边槽的形式及结构是怎样的? 各种形式的特点是什么? (140)
 63. 锤上模锻飞边槽尺寸怎样设计? 如何用吨位法确定飞边槽的尺寸? (141)
 64. 锤上模锻锻模的典型结构及作用是什么? (143)
 65. 锻模结构设计时应考虑哪些因素? (143)
 66. 燕尾和键槽的作用是什么? (144)
 67. 钳口的结构和作用是怎样的? 钳口的尺寸怎样设计? (145)
 68. 什么是检验角? 如何制作检验角? (148)
 69. 锻模锁扣有何作用? 都有哪些类型? (148)
 70. 如何设计锻模锁扣? (152)
 71. 什么是锻模中心和模膛中心? 如何求得模膛中心? (154)
 72. 锤锻模上模膛布排的原则是什么? 如何布排模锻模膛? (155)

73. 在锤锻模的模块上,制坯模膛如何布排? (159)
74. 什么是模壁厚度?什么是锻模承击面积?如何设计? (160)
75. 如何确定模块尺寸? (162)
76. 如何选择锤锻模的模块纤维方向? (163)
77. 如何安装锤锻模? (164)
78. 热模锻压力机上模锻有怎样的工艺特点? (165)
79. 热模锻压力机模锻件如何分类?各类有什么特点? (166)
80. 热模锻压力机上的模锻件图设计有怎样的特点? (167)
81. 热模锻压力机上模锻如何选择变形工步? (168)
82. 热模锻压力机上模锻锻模飞边槽如何设计? (169)
83. 热模锻压力机上模锻预锻模如何设计? (170)
84. 热模锻压力机用模膛镶块的结构是怎样的? (171)
85. 如何设计热模锻压力机锻模的排气孔? (172)
86. 热模锻压力机锻模的顶出装置的结构是怎样的? (173)
87. 热模锻压力机锻模的导向装置的结构是怎样的? (176)
88. 什么是锻模的闭合高度? (176)
89. 螺旋压力机上模锻有何工艺特点? (177)
90. 螺旋压力机上模锻件怎样分类? (178)
91. 螺旋压力机上模锻件图设计有何特点? (179)
92. 平锻机上模锻有何特点? (180)
93. 平锻机上模锻件怎样分类? (180)
94. 如何设计平锻机上的模锻件图? (181)
95. 什么是切边模?切边模一般由哪几部分组成?各部位分别有何作用?
..... (183)
96. 什么是冲孔模?分哪几类?有何特点? (184)
97. 锻模损坏的主要形式有哪些? (186)
98. 锻模损坏的产生原因是什么?应如何防止? (186)
99. 热模锻常用的润滑剂有哪些?使用时要注意什么? (187)
100. 如何选择锻模材料? (188)
101. 锻模的翻修原则和方法是什么? (190)
102. 锻模的管理方法是怎样的? (191)
103. 铝合金模锻生产常用的清理方法有哪些? (192)

104. 模锻过程中会产生哪些缺陷? 应如何预防?	(193)
105. 模锻后续工序中会产生哪些缺陷? 应如何预防?	(201)
第4章 铝合金热处理	(204)
1. 什么是热处理?	(204)
2. 变形铝合金热处理如何分类?	(204)
3. 铝合金各种热处理方法的用途是什么?	(205)
4. 铝合金锻件热处理有何特点?	(205)
5. 什么是铸锭均匀化退火? 铸锭均匀化退火过程中组织有何变化?	(206)
6. 实际工业生产中的均匀化制度是怎样的?	(206)
7. 铝合金铸锭均匀化退火时要注意什么?	(208)
8. 工业生产中铝合金材料常采用的退火工艺制度有哪些?	(208)
9. 铝合金锻件退火工艺有何控制要点?	(209)
10. 变形铝合金的强化方法有哪些?	(210)
11. 什么是固溶(淬火)处理?	(210)
12. 铝合金固溶处理有哪些类型? 有何应用?	(211)
13. 如何选择固溶处理加热温度?	(211)
14. 如何选择固溶加热保温时间?	(212)
15. 如何选择淬火转移时间?	(214)
16. 铝合金常用的淬火介质有哪些? 如何选择淬火冷却介质及其温度?	(215)
17. 什么是淬火停放效应? 淬火与人工时效之间的间隔控制要点有哪些?	(216)
18. 铝合金锻件淬火工艺操作的控制要点有哪些?	(217)
19. 什么是时效、自然时效、人工时效? 各有何特点?	(218)
20. 铝合金时效如何分类? 有何特点及应用?	(219)
21. 常用铝合金锻件时效工艺	(221)
22. 铝合金时效工艺控制要点	(222)
23. 冶金行业常用的热处理炉是如何分类的?	(223)
24. 常用铝合金热处理炉有何特点?	(223)
25. 热处理炉内热传递基本形式是什么?	(224)

26. 热处理炉炉膛内的热交换过程是如何实现的? (224)
27. 铝合金锻件热处理加热炉基本要求? (225)
28. 常用铝合金热处理炉的种类有哪些? 如何标示型号? (226)
29. 在选择强制空气循环电阻炉时应注意哪些条件? (227)
30. 铝合金锻件固溶热处理炉有哪些类型? 有何特点? (227)
31. 热处理浴炉的特点和分类? (231)
32. 电阻式加热炉额定功率? 电阻式加热炉额定功率如何检测计算?
..... (231)
33. 电阻炉空炉升温时间如何测定? (232)
34. 常用热电偶分度号的测温范围? (232)
35. 测量、控制仪表及装置精度等级和量程的选择? (233)
36. 测温热电偶的误差分析? (233)
37. 热处理过程中常见的缺陷有哪些? (233)
- 第5章 铝合金锻件质量检验及控制** (238)
1. 铝合金锻件质量检验项目主要有哪些? (238)
2. 铝合金锻件各检验项目的试验方法标准 (239)
3. 铝合金锻件检验流程是怎样的? (240)
4. 锻件质量检验如何分类? (242)
5. 如何进行锻造坯料的质量检验? (242)
6. 下料工序如何检验? (245)
7. 坯料装炉工序检验有哪些注意事项? (247)
8. 坯料加热工序检验有哪些注意事项? (247)
9. 模具加热质量控制要点有哪些? (248)
10. 锻造过程检验工作有哪些注意事项? (249)
11. 模锻件切边和冲孔工序检验有哪些注意事项? (251)
12. 热处理前锻件检查有哪些注意事项? (252)
13. 淬火后矫正工序检验有哪些注意事项? (252)
14. 铝合金锻件成品检验程序是怎样的? (254)
15. 锻件表面质量检验有哪些注意事项? (254)
16. 如何判定模锻件表面缺陷深度? (255)
17. 锻件常用检验样板可分哪几类? (256)

-
18. 如何制作锻件检验样板? (258)
 19. 什么是划线检验? 划线检验有何作用? (259)
 20. 用划线检查锻件的过程及一般程序是怎样的? (260)
 21. 常用划线工具有哪些? 如何维护与保养划线用工量具? (261)
 22. 如何选择划线基准? (264)
 23. 模锻件划线应注意哪些要点? (265)
 24. 如何用划线时的找正和借料方法减少锻件废品? (266)
 25. 如何检验自由锻件外轮廓尺寸? (267)
 26. 如何检验模锻件外轮廓尺寸? (267)
 27. 如何检验锻件孔径? (268)
 28. 如何检验锻件上角度? (269)
 30. 锻件翘曲(弯曲度)如何检验? (269)
 31. 锻件平面垂直度如何检验? (270)
 32. 锻件平行度如何检验? (270)
 33. 模锻件不成形部位的尺寸如何检验? (271)
 34. 模锻件欠压量如何检验? (271)
 35. 如何检验模锻件错移? (271)
 36. 锻件的内在质量检查项目有哪些? (273)
 37. 锻件力学性能的主要检验项目有哪些? (274)
 38. 锻件力学性能取样有哪些要求? (274)
 39. 锻件的内部组织检查项目有哪些? (277)
 40. 锻件的内部组织取样规定? (277)
 41. 铝合金锻件常用无损检验方法有哪些? (278)
 42. 什么是电导率? 铝合金锻件电导率检验的原理是什么? (278)
 43. 电导率的单位及换算关系是怎样的? (278)
 44. 超声波探伤检验方法有哪些? (279)
 45. 铝合金锻件超声波探伤常见缺陷有哪些? 其分布规律是怎样的?
..... (279)
 46. 如何锻件标记检验? (279)
 47. 锻件质量控制工作主要包括哪些内容? (280)
 48. 锻件质量应从哪几个方面控制? (280)
 49. 锻件设计及更改过程中的质量控制主要包括哪些内容? (281)

50. 划定锻件功能类别的主要依据有哪些? (281)
51. 锻造生产过程中必备的技术文件有哪些? (282)
52. 原材料质量如何控制? (282)
53. 制定锻件生产工艺时应注意哪些事项? (282)
54. 锻件生产工艺的编写、审批和更改应注意哪些事项? (283)
55. 如何对新研制锻件进行全面的检查和彻底的评价? (283)

第6章 铝合金锻造常用设备 (284)

1. 铝合金锻造的基本设备有哪些? (284)
2. 锻锤的型号是怎样表示的? (286)
3. 什么是锻锤的砧座比? 自由锻锤和模锻锤的砧座比各是多少? (286)
4. 什么是锻锤的打击效率? 影响打击效率的主要因素是什么? (286)
5. 空气锤的结构是怎样的? (287)
6. 国产空气锤有哪些技术规格? 主要技术参数如何? (288)
7. 空气锤的操作规则是怎样的? (290)
8. 空气锤常见的故障、原因及排除措施是怎样的? (290)
9. 蒸汽—空气自由锻锤的结构是怎样的? (293)
10. 蒸汽—空气模锻锤的结构是怎样的? (295)
11. 蒸汽—空气自由锻锤有哪些技术规格? 性能参数如何? (295)
12. 蒸汽—空气模锻锤有哪些技术规格? 性能参数如何? (296)
13. 蒸汽—空气自由锻锤的常见故障及排除措施是怎样的? (297)
14. 热模锻压力机的工作原理是怎样的? 有何特点? (299)
15. 热模锻压力机常见的故障、原因以及排除方法是怎样的? (300)
16. 什么是平锻机? 平锻机怎样分类? (302)
17. 平锻机常见的故障、原因以及排除方法是怎样的? (303)
18. 什么是螺旋压力机? 其基本构造是怎样的? 有何用途? (305)
19. 摩擦传动螺旋压力机如何分类? (306)
20. 摩擦压力机的操作过程应注意哪些事项? (307)
21. 摩擦压力机常见的故障、原因以及排除方法是怎样的? (308)
22. 液压机的典型结构有哪些类型? (309)
23. 最常见的锻造液压机的技术参数是怎样的? (314)
24. 锻造液压机常见的故障、原因以及排除方法是怎样的? (315)

25. 快锻液压机的组成是怎样的?	(316)
26. 怎样根据工艺适应性选择模锻设备?	(317)
27. 锻造设备能力的表示方法是怎样的?	(318)
28. 模锻件切边设备有哪些?	(319)
29. 切边和冲孔用曲柄压力机常见的故障、原因以及排除方法是怎样的?	(319)
30. 锻造铝合金时, 怎样考虑选择锻造的设备类型及吨位?	(321)
31. 锻造生产主要辅助设备有哪些?	(321)
32. 什么是锻造操作机? 分为哪几类? 各有何特点?	(322)
33. 锻造操作机的使用规则是什么?	(323)
34. 锻造操作机包括哪些主要机构? 可以实现哪些基本动作?	(323)
35. 锻造操作机的夹持力矩是指什么?	(324)
36. 锻压车间传送装置有哪些?	(324)
37. 辊锻机分哪些种类? 有何特点? 主要技术性能参数是怎样的?	(325)
38. 辊锻机的型号是怎样表示的? 辊锻机和终锻设备在能力上怎样配套?	(329)
39. 辗环机分哪些类型?	(329)
第7章 铝合金锻造新工艺及信息化技术	(332)
1. 什么是精密模锻? 精密模锻常用的方法有哪些?	(332)
2. 与普遍模锻相比, 精密模锻有哪些特点?	(332)
3. 精密模锻工艺过程的主要内容有哪些? 有何要求?	(333)
4. 精密模锻件如何分类?	(334)
5. 精密模锻对模具材料有什么要求? 怎样选择精锻模具材料?	(334)
6. 精密模锻用什么润滑剂?	(335)
7. 精密模锻模具的结构有哪些类型? 各有何特点?	(335)
8. 精密模锻工艺对模锻设备有何要求?	(336)
9. 什么是多向模锻? 多向模锻的工序过程如何?	(336)
10. 多向模锻有哪些工艺特点?	(338)
11. 多向模锻锻模设计要点有哪些?	(339)
12. 多向模锻应注意哪些主要问题?	(340)

13. 如何设计多向模锻工艺? (340)
 14. 多向模锻常用的设备有哪些? (341)
 15. 什么是等温模锻? 与常规锻造相比等温锻造有何特点? (342)
 16. 等温模锻对工艺装备有何要求? (342)
 17. 什么是液态模锻? 液态模锻的工艺原理是怎样的? (344)
 18. 液态模锻的工艺流程是怎样的? 液态模锻工艺分为哪些种类?
..... (344)
 19. 如何选择液态模锻设备? (346)
 20. 液态模锻的主要工艺参数有哪些? (346)
 21. 设计液态模锻模有哪些要求? 如何选择模具材料? (348)
 22. 液态模锻模具设计要点有哪些? (348)
 23. 液态模锻时模具润滑剂有何作用? 应如何选择? (350)
 24. 什么是辊锻? 辊锻变形原理是什么? (350)
 25. 辊锻变形有什么特点? (351)
 26. 辊锻工艺的分类及其应用 (352)
 27. 什么是型槽系列? 辊锻机常用的型槽系列有哪些? (352)
 28. 如何选择辊锻制坯型槽系列? (354)
 29. 辊锻模固定方式有哪些? (354)
 30. 如何选择辊锻模具材料? (355)
 31. 什么是辗扩? 辗扩的工艺特点是什么? (355)
 32. 辗扩工艺有哪些方式? (356)
 33. 辗扩有哪些主要工艺参数? (357)
 34. 怎样计算辗扩时的坯料尺寸? (358)
- 参考文献**..... (359)