



钣金工 技能问答

BANJINGONGJINENGWENDA

主 编◎张能武 任志俊

CTB K 湖南科学技术出版社

- ★突出实际操作技能
- ★案例来自生产实例
- ★总结一线工人经验
- ★贯彻最新国家标准



钣金工 技能问答

主 编◎张能武 任志俊
编写人员◎邱立功 薛国祥 王 荣 陈 伟 任志俊
张道霞 杨小荣 余玉芳 张 洁 胡 俊
刘 瑞 吴 亮 王春林 邓 杨 张茂龙
高 佳 王燕玲 李端阳 周小渔 张婷婷

图书在版编目 (C I P) 数据

钣金工技能问答 / 张能武, 任志俊主编. — 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2014. 6

(青年技工问答丛书 7)

ISBN 978-7-5357-8118-5

I. ①钣… II. ①张… ②任… III. ①钣金工—问题
解答 IV. ①TG38-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 073211 号

青年技工问答丛书 7

钣金工技能问答

主 编: 张能武 任志俊

责任编辑: 杨 林 龚绍石

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

湖南科学技术出版社天猫旗舰店网址:

<http://hnkjcs.tmall.com>

印 刷: 长沙市雅捷印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 湖南省长沙市金盆岭路 5 号

邮 编: 410007

出版日期: 2014 年 6 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1020mm 1/16

印 张: 19

字 数: 353000

书 号: ISBN 978-7-5357-8118-5

定 价: 39.00 元

(版权所有·翻印必究)

丛书前言

随着我国科学技术的飞速发展，对工人技术素质的要求越来越高，企业对技术工人的需求也日益迫切。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的操作技能，才能胜任本职工作，把工作做好，为社会做出更大的贡献，实现人生应有的价值。然而，技能人才缺乏已是不争的事实，并日趋严重，这已引起全社会的广泛关注。

为满足在职职工和广大青年学习技术，掌握操作本领的需求；社会办学机构、农村举办短期职业培训班的需求；下岗职工转岗、农村劳动力进城务工的需求，我们精心策划组织编写了这套通俗易懂的问答式培训丛书。该套丛书将陆续出版《车工技能问答》、《铣工技能问答》、《钳工技能问答》、《焊工技能问答》、《液压气动技术问答》、《数控机床操作工问答》、《钣金工技能问答》、《维修电工技能问答》等，以飨读者。

本套丛书的编写以企业对高技能人才的需要为导向，以岗位职业技能要求为标准，丛书以一问一答的形式把本岗位工人操作技能和必须掌握的知识点引导出来。

本套丛书主要有以下特点：

(1) 标准新。本丛书采用了最新国家标准、法定计算单位和最新名词术语。

(2) 图文并茂，浅显易懂。本丛书在写作风格上力求简单明了，以图解的形式配以简明的文字说明具体的操作过程和操作工艺，读者可大大提高阅读效率，并且容易理解、吸收。

(3) 内容新颖。本丛书除了讲解传统的内容之外，还加入了一些新技术、新工艺、新设备、新材料等方面的内容。

(4) 注重实用。在内容组织和编排上特别强调实践，书中的大量实例来自生产实际和教学实践，实用性强，除了必需的基础知识和专业理论以外，还包括许多典型的加工实例、操作技能及最新技术的应用，兼顾先进性与实用性，尽可能地反映现代新的技术工人应了解的实用技术和应用经验。

本套丛书便于广大技术工人、初学者、技工学校、职业技术学院广大师生实习自学、掌握基础理论知识和实际操作技能；同时，也可用于职业院校、培训中心、企业内部的技能培训教材。我们真诚地希望本套丛书的出版对我国高

技能人才的培养起到积极的推动作用，能成为广大读者的“就业指导、创业帮手、立业之本”，同时衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议。

丛书编写委员会

前 言

钣金工是设备制造、机械加工及各种机器设备检修生产中重要和不可缺少的专业工种，它在机械、建筑、冶金、石化、航空、造船、电子等行业都有广泛的应用。钣金工在焊工、管工和起重工的协助配合下，可以完成各种零部件及机器、设备的加工制造。为了满足钣金工的需要，我们组织编写了本书。

本书主要内容包括：基础知识、划线、各种构件的钣金展开、下料、弯曲成形、压制成形和矫正、连接等。本书以一问一答的形式把本岗位工人操作技能和必须掌握的知识点引导出来，书中使用的名词、术语、标准等均贯彻了最新国家标准。本书以实用、够用为原则，突出技能操作，以图解的形式，配以简明的文字说明具体的操作过程与操作工艺，有很强的针对性和实用性，克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端，注重操作技能和生产实例，生产实例均来自于生产实际，并吸取一线工人师傅的经验总结。

本书内容丰富，浅显易懂，图文并茂，取材实用而精练。本书可供钣金加工人员和生产一线的中高级工人、技师使用，也可供技工学校、职业技术学院广大师生参考学习及农家书屋使用。

本书由张能武、任志俊共同主编。参加编写的人员还有：邱立功、薛国祥、王荣、陈伟、刘文花、张道霞、杨小荣、余玉芳、张洁、胡俊、刘瑞、吴亮、王春林、邓杨、张茂龙、高佳、王燕玲、李端阳、周小渔、张婷婷等。我们在编写过程中参考了相关图书出版物，并得到江南大学机械工程学院、江苏省机械学会、无锡机械学会等单位大力支持和帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 基础知识

1. 简述金属塑性变形的基本知识有哪些?	1
2. 金属材料的性能主要有哪些?	3
3. 什么是材料的力学性能?	3
4. 什么是材料的物理性能?	5
5. 什么是材料的化学性能?	5
6. 什么是材料的工艺性能?	6
7. 什么是金属材料的热处理?	6
8. 什么是正火?	6
9. 什么是淬火? 其目的是什么?	7
10. 什么是回火? 回火分为哪几种? 其目的各是什么?	7
11. 什么是退火? 其目的是什么?	7
12. 什么是冷处理? 其目的是什么?	8
13. 什么是时效? 其目的是什么?	8
14. 什么是表面淬火?	8
15. 什么是化学热处理?	9
16. 什么是表面热处理? 它分为哪两种? 在什么情况下采用表面热处理?	9
17. 常用表面清理方法分为哪两种? 其用途如何?	9
18. 钣金工常用几何体的计算公式有哪些?	12
19. 钣金工常用平面图形计算公式有哪些?	14

第二章 划线

1. 什么是划线? 划线有何分类?	18
2. 划线的基本规则有哪些?	18
3. 划线时应考虑的工艺因素有哪些?	18
4. 划线时的注意事项有哪些?	18
5. 平面划线的常用符号有哪些?	18

6. 如何划直划?	19
7. 如何划平行线?	20
8. 如何划垂直线?	21
9. 如何等分线段?	22
10. 如何作角与角度的等分?	23
11. 如何等分圆?	25
12. 如何作圆的切线?	27
13. 如何求圆弧的圆心?	28
14. 圆弧连接的划法有哪些类型?	28
15. 如何划椭圆?	30
16. 如何划心形圆和蛋形圆?	31
17. 作正多边形的方法有哪些?	32
18. 如何划抛物线与涡线?	33
19. 用立体划线划封头排孔的操作过程有哪些?	34
20. 用立体划线划筒体吊中线的方法有哪些?	36
21. 用立体划线划筒体划线排孔的方法有哪些?	36
22. 用立体划线划梁柱的划线排孔过程有哪些?	37

第三章 各种构件的钣金展开

1. 投影法有哪些分类?	39
2. 三视图如何形成, 投影规律是什么?	40
3. 什么叫放样, 什么叫展开画法?	41
4. 作展开图有哪些基本方法?	41
5. 如何求空间直线段的三种位置?	42
6. 如何求直线段实长?	43
7. 如何划截交线?	45
8. 如何划相贯线?	49
9. 断面实形的求法有哪些?	52
10. 什么是板厚处理?	53
11. 板厚处理时, 板料弯曲中性层位置是如何确定的?	54
12. 单件板厚的处理方法有哪些?	54
13. 弯折件的板厚处理方法是什么?	56
14. 相贯件的板厚处理方法有哪些?	56
15. 被平面斜截后圆柱管构件的计算公式有哪些?	57
16. 两节直角圆管弯头如何展开?	60
17. 四节圆管弯头如何展开?	63

18. 正交等径三通管如何展开?	64
19. 交叉直角四节蛇形圆柱弯管如何展开?	66
20. 正方锥台正插的圆柱管如何展开?	68
21. 正方锥台平插的圆柱管如何展开?	70
22. 被圆柱面截切后的圆柱管构件展开计算公式有哪些?	71
23. 正交异径圆管三通应如何展开?	73
24. 斜交异径圆管三通如何展开?	75
25. 斜圆锥台如何展开?	76
26. 椭圆锥台如何展开?	78
27. 两节任意角度圆柱圆锥弯管如何展开?	79
28. 正四棱锥如何展开?	79
29. 两节任意角度方锥管弯头如何展开?	80
30. 裤形方口三通管如何展开?	81
31. 球体表面如何作近似的展开?	82
32. 正圆柱螺旋面如何作近似的展开?	86
33. 圆钢展开长度应如何计算?	90
34. 角钢的展开长度应如何计算?	90
35. 钢板展开长度应如何计算?	92
36. 扁钢圈的展开长度应如何计算?	93

第四章 下料

1. 什么叫剪切下料?	95
2. 常用的下料方法有哪些? 怎样选择?	95
3. 剪床按工作性质分哪几种? 各有何特点?	97
4. 常用剪切方法、剪刀参数及剪切力计算如何?	99
5. 剪床是如何切料的?	101
6. 手动剪切机械有哪些? 其特点及用途如何?	102
7. 常用龙门剪床的型号和技术参数有哪些?	103
8. 龙门剪床的剪切工艺是什么?	104
9. 简述冲裁原理。	105
10. 如何分析冲裁质量?	106
11. 冲裁模间隙如何选择?	108
12. 降低冲裁力的方法有哪些?	109
13. 冲裁加工的一般工艺要求是什么?	110
14. 什么是气割? 其特点和应用范围有哪些?	111
15. 氧-乙炔气割操作前应做哪些准备工作?	112

16. 气割操作的基本步骤有哪些?	112
17. 提高手工气割质量和效率的方法是什么?	114
18. 气割注意事项有哪些?	114
19. 氧熔剂气割的特点是什么?	115
20. 氧液化石油气切割的优点与缺点是什么?	116
21. 快速气割参数应如何选择?	116
22. 快速气割对设备、气体及火焰有哪些要求?	117
23. 如何用气割切割薄钢板?	118
24. 如何用气割切割中厚度碳钢板?	118
25. 如何用气割切割大厚度碳钢板?	119
26. 钢板开孔的气割方法有哪些?	120
27. 钢板和钢管坡口的气割方法有哪些?	121
28. 如何振动气割不锈钢?	122
29. 如何气割复合钢板?	123
30. 如何振动气割铸铁?	123
31. 等离子弧的产生原理如何? 其特点有哪些?	124
32. 等离子弧切割的原理是什么?	124
33. 等离子弧切割操作步骤与切割过程有哪些?	125

第五章 弯曲成形

1. 型材弯曲时最小弯曲半径如何?	127
2. 如何计算型材最小弯曲半径?	128
3. 如何计算管材的最小弯曲半径?	131
4. 如何分析管材弯管时受力情况?	131
5. 管材断面的变形弯曲条件有哪些?	131
6. 何谓手工弯曲? 其用途如何?	132
7. 型材的手工弯曲方法有哪些?	132
8. 型材的卷弯方法是什么?	133
9. 型材的回弯方法是什么?	134
10. 型材的压弯和拉弯方法是什么?	134
11. 管材常用弯管方法有哪些?	135
12. 手工弯管时有哪些工艺要求?	136
13. 挤压弯管工艺如何?	139
14. 折皱弯管工艺如何?	140
15. 火焰弯管工艺如何?	141
16. 中频弯管工艺如何?	142

17. 薄板手工弯曲成形的过程及特点有哪些?	143
18. 薄板手工弯曲是如何操作的?	144
19. 薄板手工咬缝的操作过程如何?	145
20. 薄板手工卷边方法有哪些?	145
21. 薄板手工弯曲时,其放边零件展开尺寸是如何计算的?	147
22. 薄板手工弯曲时是如何“打薄”放边的?	148
23. 薄板手工弯曲时是如何“拉薄”捶放的?	148
24. 薄板手工收边有何特点?如何计算收边零件展开尺寸?	149
25. 薄板手工收边的方法有哪些?	150
26. 薄板手工拔缘的方法有哪些?	151
27. 何谓拱曲?拱曲分哪两种?其操作方法如何?	151
28. 什么是卷板成形?	153
29. 常用卷板机的特点及使用范围有哪些?	154
30. 卷板的预弯方法有哪些?	155
31. 卷板常用的对中方法有哪些?	155
32. 在卷板机上矫圆的方法有哪些?	156
33. 卷板机卷弯时如何计算上、下轴辊的垂直距离?	157
34. 板材冷卷时怎样计算卷弯筒体的回弹量?	159
35. 板材卷弯时怎样计算卷弯筒体的周长伸长量?	159
36. 水火弯板的基本原理是什么?	160
37. 水火弯板加工时的注意事项如何?	161
38. 典型工件的水火弯板工艺有哪些?	162

第六章 压制成形和矫正

1. 常用压制设备有哪些?其结构与用途如何?	165
2. 压弯的特点是什么?	169
3. 压弯力如何计算?	170
4. 压弯件偏移的防止方法是什么?	171
5. 列举几种常见制件的压弯工艺。	172
6. 拉深成形过程如何?	177
7. 拉深件起皱后对零件有何影响?影响变化的因素有哪些?	177
8. 拉深件坯料计算原则有哪些?	179
9. 如何计算拉深件坯料的尺寸?	179
10. 如何计算拉深系数与拉深次数?	182
11. 你知道旋压成形的过程吗?	187
12. 旋压工艺如何?	188

13. 如何分析旋压件质量?	192
14. 封头是如何拉深的?	193
15. 封头的质量检验包括哪些方面?	197
16. 封头压制的缺陷及防止方法有哪些?	198
17. 何谓矫正? 其分类及用途如何?	200
18. 常用手工矫正方法有哪些?	200
19. 什么是矫正偏差?	204
20. 什么是火焰矫正? 其用途如何?	205
21. 火焰加热方式有哪些?	205
22. 火焰矫正钢材时, 钢材加热表面颜色及其相应温度如何?	206
23. 火焰矫正时, 其点状加热的有关参数有哪些?	206
24. 常见钢制件的火焰矫正方法有哪些?	206
25. 什么是机械矫正? 机械矫正方法及适用范围有哪些?	208
26. 什么是高频热点矫正?	211

第七章 连接

1. 钣金、冷作工常用的连接方法有哪些?	213
2. 咬缝连接的特点和应用是什么?	213
3. 咬缝的形式和尺寸分为哪些?	213
4. 咬缝连接方法有哪些?	214
5. 铆接分哪些种类? 其应用如何?	217
6. 铆接的形式有哪些?	218
7. 常用铆钉的种类及用途有哪些?	218
8. 如何确定铆钉直径和长度?	219
9. 铆钉铆接时如何确定工件的通孔直径?	220
10. 常用铆接方法有哪些?	221
11. 铆接废品产生的原因和防止方法有哪些?	223
12. 焊接方法是如何分类的?	224
13. 怎样选择焊接方法?	227
14. 焊接接头的特点是什么?	230
15. 焊缝的空间位置有哪些?	231
16. 焊缝有哪些基本形状及尺寸?	231
17. 搭接接头有哪些形式?	232
18. 对接接头有哪些形式?	233
19. T 接接头有哪些形式?	233
20. 角接接头有哪些形式?	234

21. 气焊有哪些应用范围?	234
22. 气焊焊接工艺的规范与选择是什么?	234
23. 气焊有哪些优点和缺点?	235
24. 横焊位置用气焊是如何操作的?	236
25. 立焊位置用气焊是如何操作的?	237
26. 仰焊位置用气焊是如何操作的?	237
27. 平焊位置用气焊是如何操作的?	239
28. 平角焊位置用气焊是如何操作的?	240
29. 气焊有哪些基本操作方法?	241
30. 如何用气焊焊接 T 形接头和搭接接头?	244
31. CO ₂ 气体保护焊熔滴过渡形式有哪些?	246
32. CO ₂ 气体保护焊 3 种熔滴过渡形式的特点及应用范围有哪些?	247
33. 如何选用 CO ₂ 气体保护焊焊接参数?	248
34. CO ₂ 气体保护焊焊枪操作的基本要领有哪些?	250
35. CO ₂ 气体保护焊是如何引弧的?	254
36. CO ₂ 气体保护焊焊枪的摆动形式及应用有哪些?	255
37. CO ₂ 气体保护焊时, 是怎样收弧的?	255
38. CO ₂ 气体保护焊时, 焊缝的始端、弧坑及接头应如何处理?	255
39. CO ₂ 气体保护焊常见缺陷及原因是什么?	257
40. 氩弧焊的分类有哪些? 其应用如何?	258
41. 如何选择氩弧焊的电弧电压、焊接电流及焊接速度?	259
42. 氩弧焊时如何选用喷嘴直径和氩气流量?	260
43. 氩弧焊时如何选用钨极? 其特点如何?	261
44. 氩弧焊时如何选用钨极直径与钨极端部形状?	261
45. 氩弧焊的基本操作方法有哪些?	262
46. 氩弧焊各种位置的焊接操作方法有哪些?	264
47. 焊条电弧焊的特点是什么? 其应用范围有哪些?	265
48. 焊条电弧焊时运条方法有哪些? 其特点及应用如何?	266
49. 焊条电弧焊时, 其接头是如何焊接操作的?	268
50. 你知道钎焊焊接工艺吗?	270
51. 不同钎焊方法有哪些主要特点?	273
52. 螺纹连接的种类与装配要求有哪些?	274
53. 螺钉和螺母的装配要求有哪些?	276
54. 双头螺栓的装配要求有哪些?	277

55. 螺纹连接的防松装置有哪些?	278
56. 预紧力螺纹连接装配方法有哪些?	279
57. 何谓胀接?	280
58. 胀接结构的形式及胀接类型有哪些?	281
59. 胀接的方法是如何操作的?	282
60. 胀接缺陷有哪些?	285
参考文献	288

第一章 基础知识

1. 简述金属塑性变形的基本知识有哪些？

答：钣金、冷作加工中的矫形、弯曲、卷板、冲压等工序，都是利用金属在常温或高温下产生的塑性变形而成为所需的形状。因此，金属的塑性变形是金属成型的基础。

(1) 金属的冷塑性变形：金属在冷状态下受外力作用时，其形状和尺寸将发生变化，这种变化可以是弹性的，也可以是塑性的。当外力解除后，金属能恢复其原来形状和尺寸的，这种变形称为弹性变形。反之，则为塑性变形。

金属是由许多晶粒组成的，金属的塑性变形是金属内部晶粒产生相对滑移的结果。所以，金属最基本的塑性变形方式是滑移。由于金属大都是多晶体，即它们是由方向不同的许多小晶粒组成。所以金属在受到外力作用时，最有利于滑移的那些晶粒首先产生滑移，然后再逐步扩展到其他晶粒。因此，多晶体金属的变形抗力较大，晶粒愈细，其晶界愈多，金属的塑性变形抗力也愈大。

金属在冷塑性变形时，随着滑移的进行，滑移面附近的晶格发生歪曲和畸变，滑移区的晶粒破碎，造成金属进一步滑移的困难，从而使其强度、硬度升高，塑性和韧性降低。这种因金属冷塑性变形引起的金属力学性能的变化，称为冷加工硬化或冷作硬化。

冷作硬化是金属的一种重要性质，它不但使金属进一步成形需消耗更大的能量，造成成形困难，且由于金属的塑性和韧性降低。在成形时可能会产生裂纹和断裂，为防止这种现象的产生，一些冷加工后的工件需进行退火热处理。可见冷作硬化有很重要的实际意义。冷作硬化也有其有用的一面，例如利用加工硬化可提高某些工件的强度。

金属冷塑性变形的另一种后果是产生内应力。这种内应力的存在会削弱金属的强度，而应力若释放后又会造成工件的变形。

(2) 金属的再结晶：金属经过冷塑性变形后加热至较高温度时，由于原子的活动能力增加，畸变和破碎的晶粒原子重新排列，即产生新的晶核和晶核不断长大，一直到金属的冷塑性变形组织完全消失，这一过程称为金属的再结晶。

金属再结晶后强度和硬度显著下降，塑性和韧性大大提高，内应力完全消除，金属回复到原来状态。金属再结晶温度与熔点之间存在如下关系：

$$T_{\text{再}} = (0.35 \sim 0.4) T_{\text{熔}}$$

式中 $T_{\text{再}}$ ——再结晶绝对温度 (°C)；

$T_{\text{熔}}$ ——熔化的绝对温度 (°C)。

(3) 金属的热塑性变形：金属在再结晶温度以上进行压力加工，因塑性变形引起的冷作硬化，由于再结晶过程而消除，即金属在再结晶温度以上进行的压力加工称为热加工。

金属在热塑性变形时，金属内部发生加工硬化和再结晶软化两个相反的过程。再结晶过程是边加工边发生的。当变形程度大而加热温度低时，由于变形所引起的强化占优势，金属的强度、硬度增加，塑性和韧性降低。金属的晶格畸变得不到恢复，变形阻力愈来愈大，甚至会造成金属破裂。相反，当变形程度较小而加热温度较高时，由于再结晶和晶粒长大占优势，金属的晶粒愈来愈粗，金属的性能也变差。由此可见，在热加工时应掌握好加热温度与变形程度，使其相互很好地配合。

(4) 钢材的热加工温度范围：钢材开始压力加工时的温度称为始锻温度，加工结束时的温度称为终锻温度。始锻温度和终锻温度的范围称为锻造温度范围，即热加工温度范围。钢材的加热温度愈高，则塑性愈好，变形抗力愈小，易于成形。但加热温度过高，会使钢产生过热或过烧，同时使钢的氧化和脱碳更严重。

过热是由于加热温度过高或保温时间过长引起的，过热会使奥氏体晶粒变得粗大，钢的力学性能尤其是塑性降低而影响成形。过烧是由于钢加热到接近熔化温度时，氧气沿晶界渗入，晶界会发生氧化变脆，塑性大大降低，使钢变脆而无法成形。

钢的最高加热温度（即始锻温度），通常要比固相线低 200°C。终锻温度应保证在加工结束时，金属有足够的塑性和获得再结晶组织。对亚共析钢为 AC₃ 以上 15°C~30°C，但质量分数在 0.3% 以下的钢，由于有足够的塑性，终锻温度可低于 AC₃；对过共析钢可在 A₁ 线以上 50°C~100°C。

有些热加工成形，是在不太高的温度下进行的，如弯头及容器接管口的热冲压翻边为 700°C~750°C；筒节的中温卷圆和矫圆，约 650°C。加工这些零件时，应考虑到钢材的脆化温度区，可能会对其性能产生不良影响。

钢材的热加工温度范围随钢材的成分而确定，常用金属材料的热加工温度范围见表 1-1。

表 1-1 常用金属材料的热加工温度范围

材料牌号	热加工温度 (°C)	
	加 热	终 止 (不低于)
Q235、15、15g、20、20g、22g	900~1050	700

续表

材料牌号	热加工温度(°C)	
	加热	终止(不低于)
16Mn、16MnRE, 15MnV, 15MnVRE	950~1050	750
15MnTi, 14MnMoV	950~1050	750
18MnMoNb, 15MnVN	950~1050	750
15MnVNRe	950~1050	750
Cr5Mo, 12CrMo, 15CrMo	900~1000	750
14MnMoVBrE	1050~1100	850
12MnCrNiMoVCu	1050~1100	850
14MnMoNbB	1000~1100	750
0Cr13, 1Cr13	1000~1100	850
1Cr18Ni9Ti, 12Cr1MoV	950~1100	850
黄铜 H62, H68	600~700	400
铝及其合金 L2, LF2, LF21	350~450	250
钛	420~560	350
钛合金	600~840	500

钢加热时其颜色也随之变化,所以加热温度的高低一般可根据钢材的颜色作粗略地判断。在暗处观察时,钢的颜色与加热温度的关系见表 1-2。

表 1-2 钢的颜色与加热温度的关系

颜 色	温度(°C)	颜 色	温度(°C)
暗褐色	530~580	亮红色	830~900
红褐色	580~650	橙 色	900~1050
暗红色	650~730	暗黄色	1050~1150
暗樱红色	730~770	亮黄色	1150~1250
樱红色	770~800	眩目白色	1250~1300
亮樱红色	800~830		

2. 金属材料的性能主要有哪些?

答:金属材料的性能主要是指力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能等。

3. 什么是材料的力学性能?

答:金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下表现出来的特性,如