



技巧与禁忌系列丛书

冷作钣金加工操作 技巧与禁忌

刘光虎 编

取材实践

正反对比

寻求捷径

避免失误



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技巧与禁忌系列丛书

冷作钣金加工操作技巧与禁忌

刘光虎 编



机械工业出版社

本书是按冷作·钣金加工的性质,将全书内容依次地分成备料、放样、加工成形、连接和装配五大部分。首先简要地论述了冷作·钣金工应熟悉和掌握的有关基础理论知识,然后着重以一定数量零部件的加工实例和部分技术难点为对象,详细地介绍了其分析过程、方案的选择以及最终解决的方法和技巧,并对其操作过程中常会出现的错误提出告诫甚至禁忌。

本书可供具备一定理论基础和实践经验的中、高级操作者使用,也可供生产管理人员和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冷作钣金加工操作技巧与禁忌/刘光虎编. —北京:机械工业出版社, 2008. 9

(技巧与禁忌系列丛书)

ISBN 978-7-111-24592-6

I. 冷… II. 刘… III. 钣金工-基本知识 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 100618 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:王英杰 责任编辑:侯宪国 版式设计:霍永明

责任校对:陈延翔 责任印制:杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2008 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 19.25 印张 · 514 千字

0001 - 4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-24592-6

定价: 38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

丛书序

技巧部分选择一些中级工经常接触的操作技术，将工作要求、加工方法、操作步骤等中的技巧加以总结。禁忌部分以相关工种的加工操作、安全和质量检验以及相关技术文献为依据，对“不宜做”、“不应做”、“禁止做”和“必须注意”的事情，以反向思维，用具体的事例，加以说明和表达，并总结出操作过程中具有典型性的禁忌问题，旨在为读者提供一本具有指导意义的工具书，从加工操作和安全方面给人们一些告诫，提示操作者注意，使操作者在工作中少一些失误，保证加工质量，减少废品，避免出现事故。

前言

冷作·钣金技术是由多项自成体系的技术综合而成的一门应用面较广、生命力较强而且还正在进一步发展的技术。与铸、锻等结构件相比，冷作·钣金产品具有许多突出的优异点。随着国民经济的发展，轧制板材的应用比重迅速增大，薄板冲压件和中厚板结构件使用数量大量增加，使得铸、锻等结构件越来越多地被冷作·钣金件所代替。目前，冷作·钣金产品已遍及国民经济的各个行业，如电力、机械、冶金、交通运输、建筑、石化、核工业及航空航天等行业。

目前，在冷作·钣金产品的制造过程中，所用设备的自动化和机械化程度较低，手工操作性强，生产效率低而且劳动强度还很大。由于人力资源缺乏等原因，在当前国际产业结构的新一轮调整中，该类产品的制造产地正逐步向包括我国在内的发展中国家转移。像我国这种人力资源极其丰富的大国，其发展前景是非常可观的。因此，这必然导致对冷作·钣金方面技术人才的需求将是非常迫切的。

一项制造业的发展离不开高素质的技术队伍。由于冷作·钣金产品的多样性和复杂性，这就使冷作·钣金技术具备较强的广泛性和综合性，同时还具有一定的理论水准和操作技巧。因此，从事本项工作的技术人员和操作人员，不但应具备较为广泛的基础理论知识和一定的实际操作经验，还要求其在加工方案的选择中具有对相关理论知识的进一步理解和灵活应用能力。

以前，各书对技术理论和操作加工的介绍均从正面论述。本书的编写是按其加工性质，依次地分为备料、放样、加工成形、



连接和装配五大部分。在分部介绍以前，首先介绍应熟悉和掌握的有关基础理论知识，指出在生产过程中的主要问题及对各种问题的一般处理方法和技巧，然后以一定数量零部件加工的分析和操作为例，从系统的理论依据和工艺分析入手，逐步介绍示例的整个分析、操作过程。本书旨在使读者从方法和技巧中得到启发，在理解、认识的基础上达到举一反三的效果。并对在分析、解决和操作过程中易出现、发生的各种“不宜”、“不应”、“禁止”和“必须注意”的事情加以说明和告诫，旨在提示操作者在工作中少一些失误，提高工作质量，避免错误和事故的发生。

本书编排力求科学合理、由浅入深、通俗易懂，非常适中、高级技工和有关技术人员阅读，为其增长有关理论知识，从解决实际问题中得到启发和借鉴，能够给操作者一些有益的帮助。

本书可作为技工学校、中等职业学校、职业技术学院、高等院校、企业培训教材，也可供从事冷作钣金工作的工程技术人员、技术人员、工人参考。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

本书由上海机械出版社出版，上海机械出版社发行。

目 录

丛书序

前言

一、基础理论知识 1

- 1. 备料 1
- 2. 放样 4
- 3. 加工成形 20
- 4. 材料的连接 49
- 5. 装配 53

二、备料部分 56

- 1. 常用钢材的标注方法、技巧、注意事项和禁忌 56
- 2. 常用材料的质量计算及材料定额的编制方法与技巧 67
- 3. 有色金属薄平板件的手工矫正技巧与禁忌 74
- 4. 钢材薄板料手工矫正的技巧与禁忌 82
- 5. 直板条类金属材料矫正的方法、技巧与禁忌 86
- 6. 细长弧板件的径向矫形的技巧与禁忌 92
- 7. 单弯边件的矫正技巧与禁忌 99
- 8. 框板外形矫正的技巧与禁忌 106
- 9. 厚钢板矫正的技巧与禁忌 111
- 10. 大锤操作的技巧与禁忌 116
- 11. 矩形角钢框矫正的技巧与禁忌 120
- 12. 火焰矫正的技巧与禁忌 125
- 13. 槽钢矫正的方法、技巧与禁忌 131

三、放样部分 137

- 1. 手工划线的技巧与禁忌 137



2. 手工剪切的技巧和故障分析、排除与禁忌	150
3. 圆弧成形卡样板的制作技巧与禁忌	156
4. 正圆锥锥体开孔号料样板的制作技巧与禁忌	160
5. 圆柱管与正圆锥管直交构件号料样板的制作技巧与禁忌	163
6. 天圆地方构件成形的技巧与禁忌	168
7. 方管与方锥管水平相贯的展开方法、技巧与禁忌	176
8. 圆柱管—圆锥管—圆柱管三节直角换向连接管展开的方法、技巧与禁忌	182
9. 拐 90°的三节等径圆管弯头的展开技巧与禁忌	188
10. 等径圆管四节蛇形弯管构件（俗称攀墙弯头）的展开技巧与禁忌	192
11. 矩形扭向三节斜漏斗的展开技巧与禁忌	196
12. 各种展开法选择的技巧与禁忌	201
13. “钢板下料法”作图的方法、技巧与禁忌	205
14. 拱曲构件下料、成形技巧与禁忌	209
15. 更换投影面法的应用技巧与禁忌	222
16. 素线法、纬线法求截交线的求作技巧与禁忌	232
17. 辅助切面法求结合线的求作技巧与禁忌	247
18. 辅助球面法求结合线的求作技巧与禁忌	258
四、加工成形部分	263
1. 手工克切下料的技巧与禁忌	263
2. 钣金手工弯曲的技巧与禁忌	266
3. 钣金角材收边的技巧与禁忌	273
4. 框板的搂边成形技巧与禁忌	279
5. 放边成形的技巧与禁忌	283
6. 拔缘的成形技巧与禁忌	288
7. 拱曲成形的技巧与禁忌	298
8. 卷边及咬缝的制作方法、技巧与禁忌	306
9. 薄壁型材的滚弯技巧与禁忌	316
10. “J”形汽封片滚弯成形的技巧与禁忌	324
11. 大型角钢外弯的操作技巧与禁忌	330
12. 绕弯的操作技巧与禁忌	335



13. 对称式三辊筒卷板机的使用技巧与禁忌	340
14. 小型弯曲板件设计的工艺性技巧与禁忌	349
15. 双角压弯模工作部分尺寸确定的技巧与禁忌	356
16. 变曲率弧板压制成形的技巧与禁忌	361
17. 齿形压弯件压形模的设计、操作技巧与禁忌	367
18. 小回弹压形模的设计技巧、应用与禁忌	372
19. 内衬弧板拉形成形模的设计技巧与禁忌	380
20. 导流板拉弯成形技巧、注意事项与禁忌	384
21. 电动机挡风板模压成形模的设计技巧与禁忌	398
22. 膨胀节压形模的设计技巧与禁忌	402
23. 圆弧形肋板滚弯成形的技巧与禁忌	406
24. 大型圆柱弧板的轴向拼接技巧与禁忌	411
25. 手弯器的设计技巧与禁忌	416
26. 船体曲面钢板水火加工成形的技巧与禁忌	420
27. 单角通用矫正压弯模的设计与使用技巧与禁忌	429
28. 槽块式圆管直角压弯模的设计技巧与禁忌	436

五、钢材的连接部分 447

1. 焊条电弧焊焊接参数的选择方法、技巧与禁忌	447
2. 定位焊的技巧、注意事项与禁忌	449
3. 减小和消除焊接应力的方法、技巧与禁忌	451
4. 焊接变形的估算、预防及矫正的方法、技巧与禁忌	456
5. 焊接接头的设计要点、方法、技巧与禁忌	463
6. 铆接有关尺寸的确定和手工冷铆技巧与禁忌	469
7. 钢结构中螺栓的连接形式及设计技巧	479
8. 平面桁架内力的计算方法、技巧与禁忌	508
9. 螺栓直径的选择技巧与禁忌	523
10. 受压杆件稳定性计算方法、技巧与禁忌	530
11. 胀接连接的方法、技巧与禁忌	548

六、装配部分 559

1. 冷作件在装配中的定位方法和技巧	559
--------------------	-----

一、基础理论知识

冷作又称为金属结构件的制作，是将金属板材、管材及型材在其断面特征基本不改变的情况下加工成各种制品的综合工艺。它与焊接、金属切削、热处理、检验等工艺结合，构成完整的产品制造过程。

冷作加工的板料既有厚板，又有薄板。加工厚度在 2mm 以下的薄板，通常称为钣金工件。

1. 备料

备料是指在制造冷作产品前对原材料的准备工作。冷作用的材料有金属材料和非金属材料两大类，在金属材料中应用最多的是钢材。

要正确、合理地选择和使用材料，首先应对冷作·钣金所用材料的有关性能等基本知识要有一定的熟悉和了解。它包括金属材料的力学性能、焊接性能等。对于冷作钣金成形结构件，其金属材料的力学性能尤为重要，它是该类零件的选材和在成形过程中确定工艺方案的重要依据。

(1) 力学性能 金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下所显示出与弹性和非弹性反应相关或涉及应力-应变关系的性能。在力学性能中，常用的有弹性、塑性、强度、硬度和韧性等。

金属材料在外力作用下会产生变形，对于构件所施加的外力形式的不同，金属材料所产生的变形也不同。一般分为拉伸、压缩、剪切（挤压）、扭转和弯曲五种变形。

金属材料在外力作用下改变其形状和尺寸，当外力去除后金



属又回复到其原始形状和尺寸,这种性能称为弹性。其极限值以弹性极限 σ_e 表示。

金属材料在断裂前发生不可逆永久变形的能力称为塑性。其极限值可用拉伸试验中试棒的断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 来衡量。

金属材料的强度是指金属材料抵抗永久变形和断裂的能力。它所包括的是屈服强度和抗拉强度,其单位均为 MPa。

金属材料在外力作用下开始发生明显的塑性变形时,其对应的应力称为理论屈服强度,即屈服点,以 σ_s 表示。但大多数金属材料无明显初始屈服变形,则以其产生 0.2% 应力变形时所对应的应力 $\sigma_{0.2}$ 表示屈服强度。

金属在拉力作用下,拉断前所承受的最大标称拉应力称为抗拉强度,以 σ_b 表示。

金属材料抵抗局部变形的能力称为硬度,是衡量金属材料软硬的一个指标。根据硬度试验中压头和压力的不同,常用布氏硬度 (HBW) 和洛氏硬度 (HRC) 表示。

金属材料的韧性好坏,常用冲击韧度来衡量,冲击试样断口底部单位横截面积上的冲击吸收功称为冲击韧度,以符号 α_K 表示,单位为 J/cm^2 。

(2) 工艺性能 对于较重要的冷作·钣金产品制造时所使用的金属材料,应经过严格的、全面的技术检验,才能确保产品的质量和运行的安全。

金属材料对弯曲成形性能一般用冷弯试验来鉴定。折弯半径 r 愈小,反复弯曲的次数愈多,其弯曲成形性能愈好。对于塑性好、合金化程度较低、化学成分不复杂、组织均匀的金属材料而言,其弯曲成形性能就愈好,如低碳类结构钢。此外,金属材料轧制过程中的方向性也对弯曲成形有影响。对轧制纤维方向性强的材料,其折弯线应与纤维方向垂直。

金属材料的成形性能可以用球底锥形件拉伸实验来鉴定。其影响成形性能的因素与弯曲成形的影响因素类似。但成形时的力



学条件是一个决定成形性能好坏的重要条件。成形时变形区拉应力小而压应力大,则材料成形性能就良好。

冲裁过程实际上是零件和母体材料分离的过程。材料的抗剪强度低、塑性好,组织均匀,缺口敏感性低,表面光洁平整,无分层和机械性损伤,则冲裁件的成形精度高,断面质量优良,容易获得合格的冲裁件。

金属材料的焊接性是在限定的施工条件下焊接成按规定设计要求的构件并满足预定服役要求的能力。金属材料焊接性的好坏主要通过焊接试验来评定,其主要标准是其产生裂纹的可能性和裂纹的多少以及有无气孔产生。除此之外,金属材料的焊接性还可由其物理化学性能来定性分析。一般情况下,碳钢的焊接性就比合金钢好;合金元素含量低的材料焊接性就比合金元素含量高的好;含碳量低的碳钢焊接性比含碳量高的碳钢焊接性好。因此,塑性好的低碳钢和低碳合金钢其焊接性能就较好,常被用来冲压成很薄的钢板和焊接成各种工程结构件,如桥梁钢架、车辆船体梁、厂房屋梁等。此外,母材是否容易过热、焊接材料化学成分是否与母材相匹配以及焊接材料本身化学成分(如含氢量是否过高等)都将影响到金属材料的焊接性。另外,有色金属及其合金等材料的焊接性要比碳钢差得多。

(3) 常用金属材料的性能和用途 在冷作·钣金产品中,应用最多的金属材料是钢,其次是铝、铜及其合金。

冷作产品所使用的钢材按其横截面的形状特征来分,可分为板材(钢板)、管材(钢管)、型材(型钢)和线材(钢丝)四大类。

钢材的轧制分热轧和冷轧两种。经热轧而成的钢材其致密度得到提高,同时还可以细化晶粒,降低钢中化学成分的不均匀程度,大大提高了钢材沿轧制方向的力学性能。冷轧是在常温下进行的,它以热轧半成品为坯料,冷轧可以得到表面光洁、尺寸精确且力学性能好的成品,如冷轧钢板、冷轧型钢等。

金属材料在加工和使用过程中,其加热的时间和温度对构件



质量的影响是很大的。以钢为例,随着材料加热温度的逐步升高,其变形抗力降低,塑性提高,这将有利的于常温下难以变形的钢材的加工。重要构件加工完毕后,通常要用热处理来调整其力学性能,否则会降低构件质量。由于加热,金属表面极易与氧反应而生成氧化层,这不仅是一种金属损耗,而且降低了构件质量。在高温下的金属表面除了被氧化,还会发生脱碳(即碳也被氧化)。这将降低重要构件的质量特别是表面力学性能要求较高的构件,脱碳严重的构件甚至不能使用。当加热温度过高时,奥氏体晶粒会急剧长大,使钢产生过热,碳素钢尤其容易发生过热。过热降低了构件力学性能,特别是冲击韧度。发生过热后,可用热处理方法进行处理。金属材料长时间在高温加热下还易发生过烧。过烧是由于温度过高使晶界氧化和部分熔化,从而破坏了晶粒之间的结合力,使其在随后的加工和使用过程中出现裂纹。这两种现象都是不允许发生的。由于金属不同部位温差的存在而导致金属热胀或冷缩不均所产生的应力称为热应力。热处理过程中因工件不同部位组织转变不同步而产生的内应力,称为相变应力。当这些应力超过金属本身的强度极限时,就会使构件(材料)产生裂纹。

为便于本书的学习和工作中便于查找,下面将冷作钣金产品常用金属材料的力学性能等列于下面各表中(见表1-1至表1-5)。

2. 放样

放样是冷作·钣金产品制造的第一道工序。板料通过放样以后才可以进行下料、加工成形、装配等工序。它是保证产品质量、缩短生产周期和节约用料等方面的重要因素之一。

放样要求手工技巧和操作性强而且其理论和技术含量高,对于一般操作者来说是个难点,但又是操作者必须要掌握的一项基本技能。

任何一个放样图都是由一系列线条按一定的作图规律构成的。因此,要放好样,首先要熟练掌握常用几何线、形的画法;



表 1-1 钣金中常用材料的力学性能

金属种类	材料牌号	材料状态	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa	断后伸长率 δ (%)	断面收缩率 ψ (%)
铝合金	3A21	M	100~150	50	20~22	70
	3A21	Y ₂	150~220	34	60	10
	5A02	M	170~230	100	16~18	—
	5A03	M	200	100	15	—
	2A12	M	≤240	100	14	—
铜合金	2A11	M	≤230	110	12	—
	2A16	M	≤240	—	15	—
	7A04	M	250	110	10	50
	5A06	M	320	150	15	—
	H62	M	300	110	40	66
钛合金	H68	M	300	90	40	70
	TA2	退火	450~600	—	25~30	—
	TA3	退火	500~700	—	20~25	—
	TA6	退火	700	—	12~20	—
	TA7	退火	750~950	—	12~20	—
优质碳素结构钢	TC1	退火	600~750	—	20~25	—
	TC4	退火	920	—	10~12	—
	08F	冷轧	280~390	—	30~32	—
	08	冷轧	280~420	—	28~30	—
	08Al	冷轧	260~340	210	42	—
合金结构钢	10	冷轧	300~440	40	[28~29]	—
	20	冷轧	360~510	≤18	[25]	—
	30CrMnSiA	正火	550~800	—	[16]	—
		供	500~750	—	[16]	—
	1Cr18Ni9Ti	冷硬	900	—	[7]	—
不锈钢		半冷作	750	210	[20]	—
		敏	—	—	[35]	—



表 1-2 碳素结构钢的力学性能 (GB/T 700—1988)、新旧标准牌号对照及用途举例

钢号	质量等级	屈服点 σ_s /MPa				σ_b /MPa	伸长率 δ (%)				冲击吸收功 V形(纵向)					
		厚度(直径)/mm					厚度(直径)/mm				厚度(直径)/mm					
		≤ 16		> 16 ~40			> 40 ~60		> 60 ~100		> 100 ~150		> 150			
		≥ 16		≥ 40			≥ 60		≥ 100		≥ 150		≥ 200			
Q195	—	(195)	(185)	—	—	—	315 ~ 390	33	32	—	—	—	—	—	—	
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335 ~ 410	31	30	29	28	27	26	—	—
	B							330 ~ 400						20	≥ 27	
Q235	A							375 ~ 460							—	—
	B	235	225	215	205	195	185	375 ~ 460	26	25	24	23	22	21	20	—
	C							370 ~ 450						0	≥ 27	
	D							360 ~ 440						-20	—	—
Q255	A	255	245	235	225	215	205	410 ~ 510	24	23	22	21	20	19	—	—
	B							400 ~ 500						20	≥ 27	
Q275	—	275	265	255	245	235	225	490 ~ 610	20	19	18	17	16	15	—	—