

LENGJIYA SHIYONG JISHU

冷挤压实用技术

洪慎章 编著

第2版

以冷挤压工艺与模具设计为重点
涵盖丰富的工艺实例与模具实例



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

冷挤压实用技术

第2版

洪慎章 编著



机械工业出版社

本书系统地介绍了冷挤压工艺及模具设计技术。全书内容包括：冷挤压基础、冷挤压件的原材料及毛坯准备、冷挤压零件设计、冷挤压工艺制订、冷挤压模具设计、冷成形工艺、温挤压技术、冷挤压压力机、冷挤压模具的装配及使用、冷挤压件质量分析、冷挤压零件工艺实例（129个）、冷挤压模具结构设计实例（91个）。本书结构体系新颖，技术内容全面；书中配有丰富的应用实例，实用性强，能开拓思路，通俗易懂，便于自学。

本书主要可供从事冷挤压成形加工的工程技术人员、工人使用，也可作为相关专业在校师生及研究人员的参考书和模具培训班的教材。

图书在版编目（CIP）数据

冷挤压实用技术/洪慎章编著. —2版. —北京：机械工业出版社，2014.5

ISBN 978-7-111-46647-5

I. ①冷… II. ①洪… III. ①冷加工-挤压 IV. ①TG376.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 092976 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：陈保华 责任编辑：陈保华

版式设计：霍永明 责任校对：任秀丽 胡艳萍

封面设计：陈沛 责任印制：刘岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 7 月第 2 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·29.75 印张·655 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-46647-5

定价：69.00 元



凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

策划编辑：(010) 88379734

封面无防伪标均为盗版

前 言

冷挤压技术在机械、航空、仪表、军工、电子通信和轻工民用产品中已得到了广泛的应用。由于冷挤压技术具有节约材料、提高生产效率、提高产品的力学性能、降低制造成本、适合大批量生产的优点，所以进一步研究与推广应用冷挤压技术，在我国现代化建设中有着十分广阔的前景。

根据中国锻压协会资料统计，我国 2012 年汽车产量达 2200 万辆，其中冷挤压件产量约 20 万 t，占模锻件的 5%。而美国每年生产冷挤压件 100 万件以上，80% 为汽车零件。日本丰田 1.8L 排气量轿车中有 43kg 冷挤压件，还有 35kg 冷挤压标准件。因此，在我国，冷挤压技术的应用还需进一步发展扩大。

《冷挤压实用技术》出版近 10 年了，第 1 版印刷两次，共计 6000 册。近年来，冷挤压技术有了较大发展，该书已经不能满足读者的需求。为了与时俱进，适应冷挤压行业发展和读者需求，决定对该书进行修订，出版第 2 版。本书第 2 版仍继续坚持第 1 版的内容特点：突出冷挤压原理、成形工艺与模具设计等内容，且进行有机的融合，从实用角度出发，围绕工艺规程编制和模具设计，阐明冷挤压技术中的最基本问题。在内容编排次序上，首先介绍了冷挤压成形的基本原理、冷挤压件的原材料及毛坯准备，以及冷挤压零件设计；在此基础上，详细地叙述了冷挤压工艺制订及模具设计，以及冷挤压新技术，如微型医疗器械产品等；最后列举了 129 个各种各样零件的工艺应用实例及 91 个各种各样零件的模具结构设计实例。书中还附有大量的可供实际使用的图表资料，可使读者学习本书之后，就能独立编制冷挤压工艺规程及设计冷挤压模具。

本书作为一本基本理论与生产实际相结合的冷挤压工艺及模具设计书籍，可供从事冷挤压成形加工的工程技术人员、工人使用，也可作为相关专业在校师生及研究人员的参考书和模具培训班的教材。

在本书编写工作中，刘薇、洪永刚、丁惠珍等工程师们参加了书稿的整理工作，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥和错误之处在所难免，恳请广大读者不吝赐教，以便得以修正，以臻完善。

洪慎章

于上海交通大学

目 录

前言

第 1 章 冷挤压基础	1
1.1 冷挤压的实质及分类	1
1.1.1 冷挤压的实质	1
1.1.2 冷挤压的分类	3
1.2 冷挤压的金属流动规律	7
1.3 化学成分和组织状态对冷挤压变形的影响	9
1.3.1 化学成分对冷挤压变形的影响	9
1.3.2 组织状态对冷挤压变形的影响	12
1.4 应力与应变对变形的影响	13
1.4.1 应力与应变状态的定性分析	13
1.4.2 应力与应变的关系	15
1.4.3 变形力学条件对变形的影响	17
1.5 冷挤压过程中产生的现象	19
1.5.1 加工硬化	19
1.5.2 热效应	21
1.5.3 附加应力	22
1.5.4 残余应力	24
1.6 冷挤压时的外摩擦和润滑	25
1.6.1 冷挤压过程中的摩擦特点及种类	25
1.6.2 影响摩擦力的因素	26
1.6.3 冷挤压中的润滑剂	30
1.7 冷挤压对金属组织和力学性能的影响	31
1.7.1 对金属组织的影响	31
1.7.2 对力学性能的影响	33
1.8 冷挤压工艺的优缺点及应用范围	36
1.8.1 冷挤压工艺的优点	36
1.8.2 冷挤压工艺的缺点	41
1.8.3 冷挤压工艺的应用范围	41
1.9 冷挤压技术现状及发展方向	41
第 2 章 冷挤压件的原材料及毛坯准备	45
2.1 原材料的形态及其要求	45
2.1.1 原材料的形态	45
2.1.2 对冷挤压材料的要求	46

2.2 冷挤压用材料	51
2.2.1 有色金属	52
2.2.2 钢	56
2.3 冷挤压毛坯的制备	57
2.3.1 毛坯的下料方法	57
2.3.2 剪切下料的技术要求及常见疵病	65
2.3.3 毛坯的预成形	67
2.4 毛坯软化处理	70
2.4.1 碳钢及低合金钢	71
2.4.2 不锈钢	75
2.4.3 有色金属	75
2.5 毛坯表面处理与润滑	77
2.5.1 冷挤压毛坯表面预处理	77
2.5.2 磷化处理	79
2.5.3 草酸盐覆层	82
2.5.4 冷挤压润滑剂	82
第3章 冷挤压零件设计	85
3.1 冷挤压零件的分类	85
3.2 毛坯尺寸计算	87
3.3 冷挤压的变形程度	93
3.4 挤压件的尺寸精度	97
3.5 冷挤压力的计算	99
3.5.1 冷挤压力的计算分析	99
3.5.2 冷挤压力的计算方法	100
第4章 冷挤压工艺制订	110
4.1 冷挤压工艺的设计内容及方法	110
4.1.1 工艺设计前的准备工作	110
4.1.2 工艺设计的主要内容和方法	111
4.1.3 成形方法的评价和估算	112
4.2 冷挤压工序的设计原则	113
4.3 冷挤压工艺方案	115
4.4 冷挤压工艺计算实例	120
第5章 冷挤压模具设计	127
5.1 冷挤压模具的分类、构造及设计方法	127
5.2 冷挤压模具结构设计	130
5.2.1 模具结构设计要求及内容	131
5.2.2 模具结构形式的种类	132
5.2.3 模具结构形式的确定	135
5.3 典型模架结构	136

5.3.1	反挤压模架	136
5.3.2	正挤压模架	138
5.3.3	复合挤压模架	139
5.3.4	简易敞开式通用模架	139
5.3.5	小型冷挤压通用模架	139
5.3.6	中型冷挤压万能式通用模架	140
5.4	模具工作部分的设计	141
5.4.1	反挤压凸模设计	141
5.4.2	反挤压凹模设计	143
5.4.3	顶出杆设计	145
5.4.4	底面向上空心件的正挤压模具设计	145
5.4.5	实心件或口部向上空心件的正挤压模具设计	147
5.4.6	制造尺寸及公差计算	150
5.5	组合凹模的计算及应用	151
5.5.1	组合凹模的计算	151
5.5.2	组合凹模压合工艺的应用	153
5.6	模具的固定	158
5.6.1	零件固定方法	158
5.6.2	紧固零件设计	162
5.7	模具的配合要求	164
5.7.1	部件配合要求	164
5.7.2	凸、凹模配合要求	166
5.7.3	零件加工要求	168
第6章	冷成形工艺	171
6.1	冷模锻	171
6.2	冷镦	179
6.3	高速冷挤压	188
6.4	静液挤压	191
6.5	摆辗挤压	199
6.6	微型零件的挤压	203
第7章	温挤压技术	212
7.1	温挤压的优缺点及其应用范围	212
7.2	温挤压温度的选择	214
7.3	温挤压毛坯的准备	219
7.4	温挤压力	221
7.4.1	影响变形力的因素	221
7.4.2	温挤压力的计算	224
7.5	温挤压用润滑剂	230
7.6	温挤压模具	232

7.6.1 模具材料的要求及选用	232
7.6.2 模具结构	233
7.6.3 凸模与凹模设计	235
7.6.4 组合凹模	236
7.6.5 模具的冷却	237
7.7 产品的力学性能及尺寸精度	237
7.8 温挤压工艺实例	240
7.8.1 结构钢温挤压工艺	240
7.8.2 轴承钢温挤压工艺	248
7.8.3 不锈钢温挤压工艺	253
7.8.4 高温合金温挤压工艺	257
7.8.5 铝合金温挤压工艺	258
第8章 冷挤压压力机	260
8.1 概述	260
8.2 机械压力机和液压机	263
8.3 压力机吨位的选择	268
第9章 冷挤压模具的装配及使用	271
9.1 冷挤压模具的装配	271
9.2 冷挤压模具的试模	273
9.3 冷挤压模具失效与使用寿命	276
9.4 冷挤压模具损坏的检查方法	277
9.5 冷挤压模具的损坏与预防措施	279
9.5.1 凸模损坏与预防措施	279
9.5.2 凹模损坏与预防措施	284
9.5.3 预应力圈损坏与预防措施	286
9.5.4 压力板损坏与预防措施	286
9.6 影响冷挤压模具使用寿命的因素	287
9.7 提高冷挤压模具使用寿命的方法	287
第10章 冷挤压件质量分析	293
10.1 质量问题分析及防止措施	293
10.2 冷挤压件的力学性能	306
第11章 冷挤压零件工艺实例	309
实例1 夹头	309
实例2 细孔管	309
实例3 可变微调电容器	309
实例4 支架	310
实例5 锥形套	310
实例6 凸缘盖	310
实例7 矩形罩壳	311

实例 8	薄壁外壳	311
实例 9	薄壁外罩	312
实例 10	方形罩	312
实例 11	圆形外壳	312
实例 12	高压电器盒	312
实例 13	正方罩	312
实例 14	极薄屏蔽罩	313
实例 15	管套	314
实例 16	接触件套	314
实例 17	打火机外壳	314
实例 18	异型屏蔽罩	314
实例 19	矩形屏蔽罩	316
实例 20	方形多隔层屏蔽罩	316
实例 21	矩形多隔层屏蔽罩	316
实例 22	插座	317
实例 23	双层套	317
实例 24	柱体	318
实例 25	方形开关	318
实例 26	话筒接头	318
实例 27	转子杯	319
实例 28	指示杯	319
实例 29	十六角圆筒	320
实例 30	轴套	320
实例 31	圆轴壳体	320
实例 32	转子支架	320
实例 33	凸缘长管	321
实例 34	方头柱塞	322
实例 35	包角件	322
实例 36	照相机后镜筒	323
实例 37	阶梯锥形套	323
实例 38	回旋针	323
实例 39	加压器	324
实例 40	顶杆	324
实例 41	照明灯座套	325
实例 42	快门内芯	325
实例 43	阶梯外壳	325
实例 44	罩杯	325
实例 45	带法兰灯座	326
实例 46	拉杆接头	327

实例 47	排气管	328
实例 48	底座	328
实例 49	套管	328
实例 50	管座	328
实例 51	连接外管	329
实例 52	阳极芯	329
实例 53	圆形支座	329
实例 54	固定盘	330
实例 55	法兰座	330
实例 56	凸缘座	331
实例 57	电焊嘴	331
实例 58	开关导电管	332
实例 59	接线螺杆	332
实例 60	凸缘	333
实例 61	环套	333
实例 62	盖体	333
实例 63	控制盒	333
实例 64	铜合金转子杯	334
实例 65	罩盖	334
实例 66	铜管接头	335
实例 67	银触头	335
实例 68	阴极头	336
实例 69	膨胀合金接头	336
实例 70	钢管接头	336
实例 71	棘轮	337
实例 72	水阀套	338
实例 73	钢柱体	338
实例 74	极套	338
实例 75	轴承盖	339
实例 76	钢碗	339
实例 77	气门顶杆	339
实例 78	万向联轴器轴承	340
实例 79	万向联轴器轴承套	340
实例 80	缝纫机梭芯套	341
实例 81	低脚梭芯套壳	341
实例 82	高脚梭芯套壳	342
实例 83	高脚梭芯	343
实例 84	长梭芯套壳	343
实例 85	缝纫机梭床	344

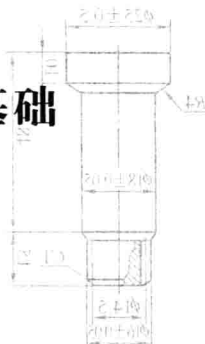
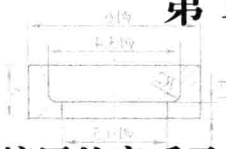
实例 86	缝纫机梭芯	344
实例 87	火花塞壳体	345
实例 88	前轮胎螺母	345
实例 89	重型汽车轮胎螺母	345
实例 90	轮胎螺母	346
实例 91	支承螺钉	347
实例 92	汽车球头销	347
实例 93	接头螺母	347
实例 94	钢接头	349
实例 95	钻夹头钥匙	349
实例 96	圆头螺钉	349
实例 97	气门弹簧座	350
实例 98	矩形外罩壳	350
实例 99	支承杆	351
实例 100	导管	351
实例 101	半轴	352
实例 102	注射杯	352
实例 103	通风机壳体	353
实例 104	缓冲器衬套	353
实例 105	仪表座	354
实例 106	气管螺母	355
实例 107	深孔气缸	356
实例 108	轴承圈	356
实例 109	深孔锥形件	357
实例 110	单向带孔锥形件	358
实例 111	双向带孔锥形件	358
实例 112	花键轴套	359
实例 113	波轮轴	359
实例 114	内棘齿轮	359
实例 115	阶梯孔棘齿	360
实例 116	内棘齿壳体	360
实例 117	内齿套筒	361
实例 118	驱动齿轮	361
实例 119	锥形支座	362
实例 120	法兰轴套	362
实例 121	水冷接头	362
实例 122	钎套	363
实例 123	球头销	363
实例 124	端盖	363

实例 125	调速套	364
实例 126	不锈钢外壳	364
实例 127	油泵活塞	365
实例 128	磁极	365
实例 129	火花塞壳体 (多工位自动机)	366
第 12 章	冷挤压模具结构设计实例	367
实例 1	薄壁管冷挤压模具	367
实例 2	管罩冷挤压模具	368
实例 3	铆管冷挤压模具	369
实例 4	抽动式衬套正挤压、切边模	370
实例 5	夹头冷挤压模具	371
实例 6	多层电容器冷挤压模具	371
实例 7	发电机水冷接头冷挤压模具	372
实例 8	管罩冷挤压模具	373
实例 9	外罩冷挤压模具	373
实例 10	电容器外壳冷挤压模具	375
实例 11	薄壁件反挤压通用模具	376
实例 12	微型电路铝壳冷挤压模具	377
实例 13	管壳冷挤压模具	378
实例 14	薄膜电路壳体冷挤压模具	378
实例 15	大壳体冷挤压模具	379
实例 16	航空接插件外壳冷挤压模具	380
实例 17	扬声器话筒接头冷挤压模具	380
实例 18	绳轮冷挤压模具	381
实例 19	微型电动机转子杯冷挤压模具	383
实例 20	轴套冷挤压模具	384
实例 21	转子冷挤压模具	385
实例 22	旋转座冷挤压模具	386
实例 23	凸缘壳体冷挤压模具	387
实例 24	加压器冷挤压模具	388
实例 25	铝外罩冷挤压模具	389
实例 26	照相机内镜筒冷挤压模具	389
实例 27	弯角件对称冷挤压模具	391
实例 28	仪器箱锁门冷挤压模具	392
实例 29	铝罩冷挤压模具	393
实例 30	闷头冷挤压模具	394
实例 31	高压开关方帽冷挤压模具	394
实例 32	高压开关触头冷挤压模具	394
实例 33	阳极筒冷挤压模具	396

实例 34	外罩冷挤压模具	397
实例 35	管座冷挤压模具	398
实例 36	屏蔽罩冷挤压模具	399
实例 37	双水内冷发电机水冷接头冷挤压模具	400
实例 38	接线柱冷挤压模具	401
实例 39	晶闸管底座冷挤压模具	402
实例 40	灯管铜帽冷挤压模具	403
实例 41	导电杆预成形件冷挤压模具	403
实例 42	导电杆终成形件冷挤压模具	405
实例 43	高压开关插座冷挤压模具	406
实例 44	栅极引出线冷挤压模具	407
实例 45	旋钮帽冷挤压模具	407
实例 46	轴套冷挤压模具	409
实例 47	纯铁底座冷挤压模具	410
实例 48	钢前筒冷挤压模具	411
实例 49	刷杆冷挤压模具	412
实例 50	推杆上接头冷挤压模具	413
实例 51	自行车前钢碗冷挤压模具	414
实例 52	螺母冷挤压模具	415
实例 53	锥套冷挤压模具	415
实例 54	不锈钢外壳冷挤压模具	416
实例 55	夹线螺钉座冷挤压模具	416
实例 56	液压件管帽冷挤压模具	418
实例 57	钢碗冷挤压模具	419
实例 58	汽车轮胎螺母冷挤压模具	420
实例 59	汽车滚针轴承外套冷挤压模具	421
实例 60	梭芯套冷挤压模具	422
实例 61	自行车左中轴碗冷挤压模具	423
实例 62	螺母复合挤压模具	424
实例 63	极铁冷挤压模具	424
实例 64	管接头冷挤压模具	426
实例 65	圆盖冷挤压模具	427
实例 66	倒牙钢碗冷挤压模具	428
实例 67	管帽冷挤压模具	429
实例 68	发动机气门顶杆冷挤压模具	430
实例 69	轴承内圈冷挤压模具	430
实例 70	轴承套圈冷挤压模具	431
实例 71	力车轴挡冷挤压模具	432
实例 72	汽车轮胎螺母预成形件冷挤压模具	432

实例 73	汽车轮胎螺母终成形件冷挤压模具	433
实例 74	火花塞壳体冷挤压模具	435
实例 75	汽车起动机齿轮冷挤压模具	437
实例 76	凿岩机零件冷挤压模具	438
实例 77	活塞销冷挤压模具	439
实例 78	钢接头冷挤压模具	440
实例 79	自行车花盘冷挤压模具	441
实例 80	钻夹头钥匙预成形模具	442
实例 81	钻夹头钥匙冷挤压模具	442
实例 82	汽油机弹簧座冷挤压模具	443
实例 83	螺塞冷镦模具	444
实例 84	汽车球头销冷镦模具	444
实例 85	多层旋转体冷挤压模具	446
实例 86	不锈钢轴套冷挤压模具	446
实例 87	法兰面自锁螺母冷挤压模具	446
实例 88	卷筒内齿轮冷挤压模具	448
实例 89	齿圈冷挤压模具	450
实例 90	双金属凸缘冷挤压模具	451
实例 91	火花塞壳体(多工位自动机)冷挤压模具	452
附录	454
附录 A	冷挤压模具各个零件的材料及硬度	454
附录 B	常用压力机技术参数	455
参考文献	460

第 1 章 冷挤压基础



1.1 冷挤压的实质及分类

1.1.1 冷挤压的实质

冷挤压是利用金属材料塑性变形的原理，在室温条件下，将冷态金属毛坯放入装在压力机上的模具型腔内，在强大的压力和一定的速度作用下，迫使金属毛坯产生塑性流动，通过凸模与凹模的间隙或凹模出口，挤出空心零件或断面比毛坯断面要小的实心零件，可获得所需一定形状及尺寸，还具有较高力学性能挤压件的工艺技术。冷挤压是无切屑或少切屑零件加工工艺之一，是金属塑性加工中一种先进的加工方法。图 1-1 ~ 图 1-4 所示的普通碳素钢缝纫机梭芯套、低碳钢深孔气缸、中碳钢洗衣机齿轮轴及碳素工具钢连接帽都是冷挤压加工出来的。

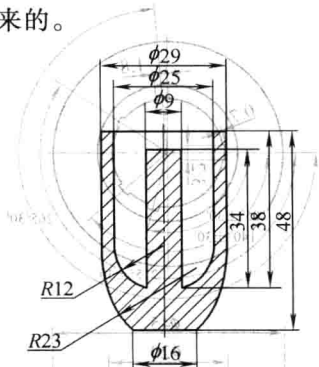


图 1-1 冷挤压普通碳素钢
缝纫机梭芯套

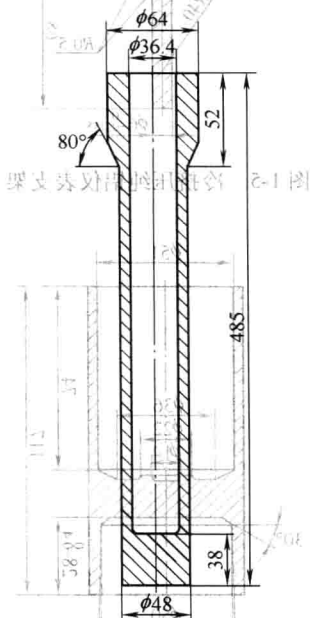


图 1-2 冷挤压低碳钢深孔气缸

从上述所得的产品图中可见，冷挤压加工是靠模具来控制金属流动，靠软化金属体积的大量转移来成形所需的零件的。由此可知，冷挤压工艺的成功与失败与模具结构设计、模具材料以及金属毛坯的软化处理等密切相关。

冷挤压方法既可用于生产成批的金属零件，也可以加工各种模具的型腔，图 1-5 ~ 图 1-13 所示为纯铝、防锈铝、硬铝、锻铝、纯铜、无氧铜、黄铜、铬钼钢与轴承钢的冷挤压零件。

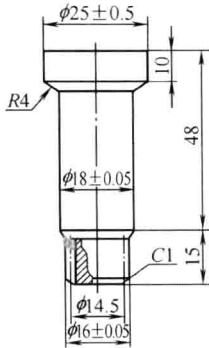


图 1-3 冷挤压中碳钢洗衣机齿轮轴

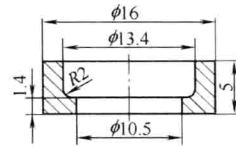


图 1-4 冷挤压碳素工具钢连接帽

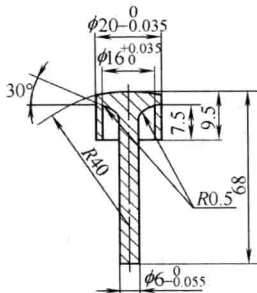


图 1-5 冷挤压纯铝仪表支架

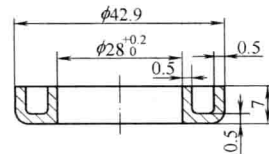


图 1-6 冷挤压防锈铝加压器

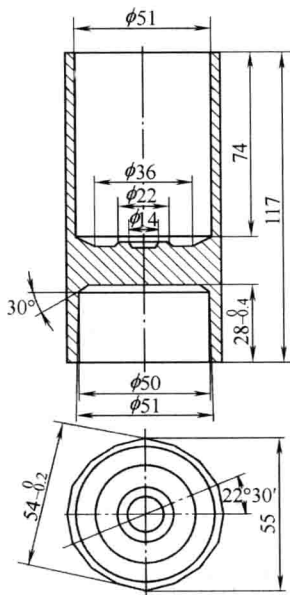


图 1-7 冷挤压硬铝十六角圆筒

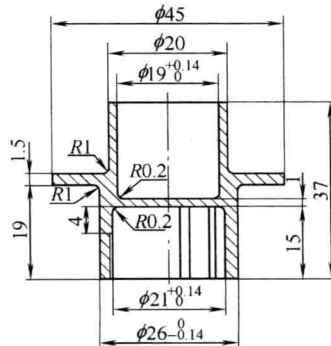
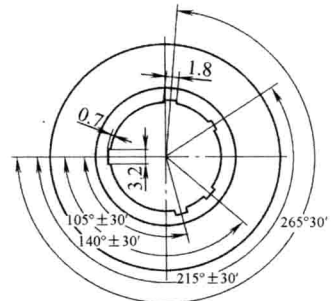


图 1-8 冷挤压锻铝凸缘壳体

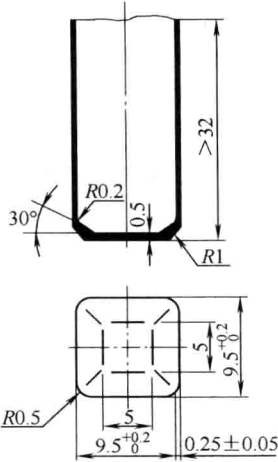


图 1-9 冷挤压纯铜正方薄壁屏蔽罩

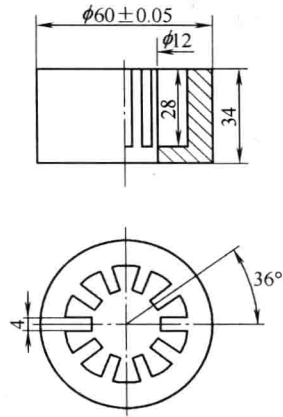


图 1-10 冷挤压无氧铜管座

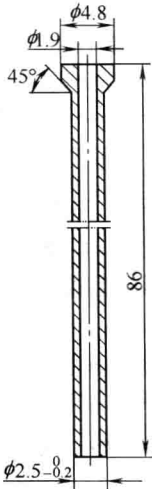


图 1-11 冷挤压黄铜仪表套管

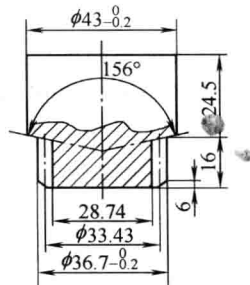


图 1-12 冷挤压铍钢小链轮

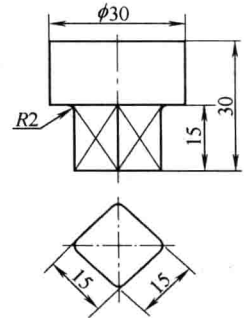


图 1-13 冷挤压轴承钢方身塞头

冷挤压加工的成形速度范围很广，所用的设备可以在专用的冷挤压压力机上进行，也可在一般的机械压力机或液压机、摩擦压力机以及高速锤上进行。

1.1.2 冷挤压的分类

冷挤压可按金属流动方向、金属流动速度等进行分类。

1. 按金属流动方向分类

根据金属流动方向与凸模运动方向之间的相互关系，冷挤压方法有以下 7 种。

(1) 正挤压 正挤压时金属的流动方向与凸模的运动方向相同。图 1-14 所示为正