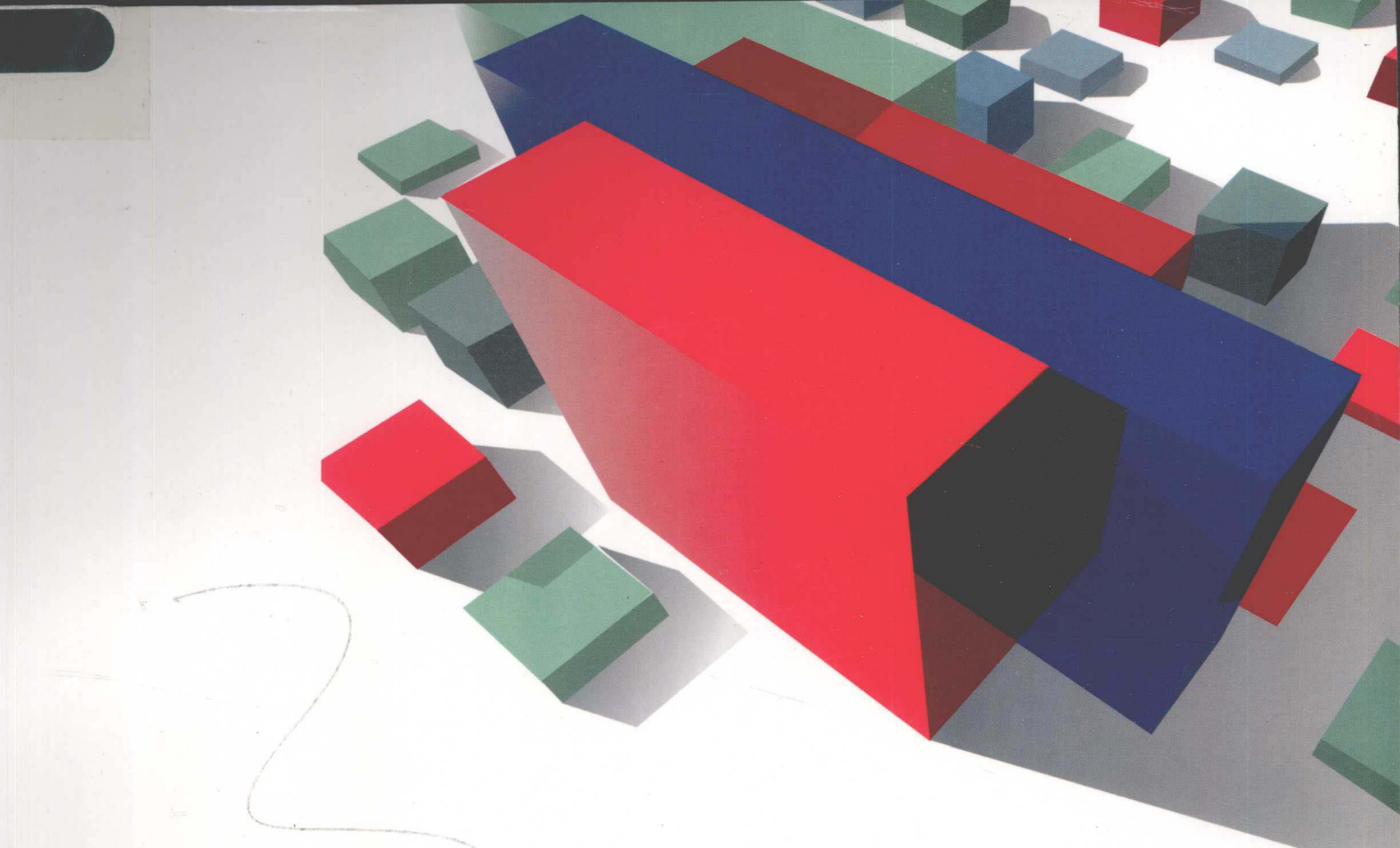




全国数控技能大赛和数控实训系列丛书



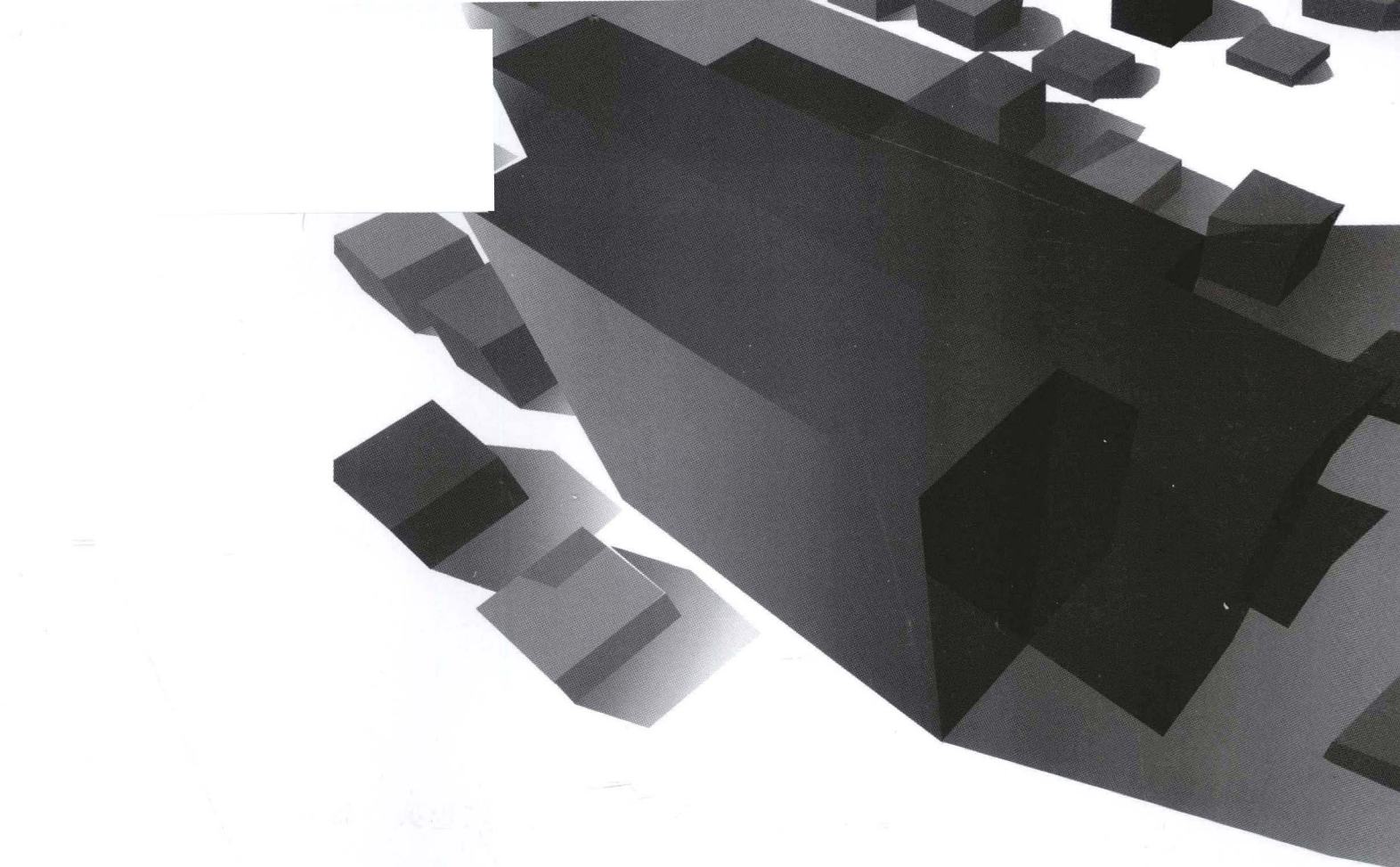
全国数控技能大赛 经典加工案例集锦

—— 数控铣床/加工中心部分

丛书主编 张伦玠
主 审 宋放之
本书主编 卓良福 邱道权
副主编 艾 雄 张义武 黄新宇



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



全国数控技能大赛和数控实训系列丛书



全国数控技能大赛 经典加工案例集锦

—— 数控铣床/加工中心部分

丛书主编 张伦玠
主 审 宋放之
本书主编 卓良福 邱道权
副主编 艾 雄 张义武 黄新宇

华中科技大学出版社
(中国·武汉)

图书在版编目(CIP)数据

全国数控技能大赛经典加工案例集锦(数控铣床/加工中心部分)/卓良福 邱道权 主编. —武汉:
华中科技大学出版社, 2010 年 5 月

ISBN 978-7-5609-6148-4

I. 全… II. ①卓… ②邱… III. ①数控机床:铣床-习题 ②数控机床加工中心-习题
IV. TG659-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 064810 号

全国数控技能大赛经典加工案例集锦(数控铣床/加工中心部分) 卓良福 邱道权 主编

策划编辑:陈 峰

责任编辑:陈 峰

责任校对:周 娟

封面设计:秦 茹

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉众欣图文照排

印 刷:武汉中远印务有限公司

开本:880mm×1230mm 1/16

印张:17

字数:450 000

版次:2010 年 5 月第 1 版

印次:2010 年 5 月第 1 次印刷

定价:28.80 元

ISBN 978-7-5609-6148-4/TG·111

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)



职业教育是现代教育体系的重要组成部分,是以能力培养为本位的教育,即为生产第一线培养技能型人才的教育。从发展趋势看,职业教育越来越成为我国经济发展中人力资源供给的主要渠道。加快发展职业教育,对促进经济发展、构建和谐社会有着重要的现实意义和深远的历史意义。目前,国家已经明确表示要把职业教育作为我国教育工作的战略重点,并制定了“以服务为宗旨、以就业为导向”的职业教育办学方针,从而使我国的职业教育事业在近几年取得了重大进展,成绩斐然。

当前,在我国工业生产领域,先进制造业水平正处于大发展时期,其中,数字化制造尤为突出。企业急需高素质的数控技能人才。为了使职业教育的发展与时俱进,适应企业实际所需,人力资源和社会保障部等六部委主办了全国数控技能大赛,教育部主办了全国职业院校技能大赛,并提出了“普通教育有高考,职业教育有技能大赛”的口号。因此,通过数控技能竞赛来选拔和培训数控高技能人才,是一项贯彻、落实党中央和国务院大力发展职业教育方针的重要措施,对进一步深化职业教育改革、提高职业教育质量、增强职业教育的吸引力有着重要的作用。

近两年来,职业院校进行了院校评估、示范院校建设、专业设置和人才培养模式的改革,承担着精品课程和教学资源的建设、教学名师和教学骨干团队的建设、实训基地的建设以及技能竞赛的参与等多项艰巨的任务。其中,技能竞赛的成绩是衡量职业院校教学改革和教学质量的一项重要指标,也是对近些年来职业教育改革和制度创新成果的一次大检阅,所以各个学校踊跃参与、积极练兵,以极大的热情投入到各项技能竞赛中。自2004年以来,在全国数控技能大赛中涌现出了一大批优秀教练和高技能选手,也积累了一批宝贵的数控竞赛试题及优秀的加工案例。通过竞赛,不仅为发现和选拔数控技能人才创造了条件,为数控技能人才脱颖而出搭建了舞台,并且带动一些地区数控技能实训基地的建立,对数控技能人才的培养和成长都将起到积极的推动作用。同时,对优秀数控技能人才的表彰,也必将对数控从业人员及后备力量产生激励作用,进一步营造尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造的良好社会氛围,从而推动全体劳动者技术、技能水平的整体提高。

全国广泛开展的数控技能竞赛活动已经对选拔、培养和造就数控技术这种紧缺型人才带来了巨大推动和影响,研究、探索出一套符合中国职业技术教育特点的,具有规模化效应和操作示范性强的数控技能人才选拔机制、理论和

方法势在必行。2009年,由广东技术师范学院张伦玠教授主持的广东省哲学社会科学“十一五”规划重点项目《数控技能大赛选拔机制与职业技术教育发展研究》获得立项,其中一个重要的子项目就是组织广东省一批富有参赛经验的一线中职教师在数控大赛专家的指导下,联合推出全国数控技能大赛系列丛书。

丛书先期推出四本,包括《全国数控技能大赛实操试题集锦(数控车加工部分)》、《全国数控技能大赛实操试题集锦(数控铣床/加工中心部分)》、《全国数控技能大赛实操经典加工案例集锦(数控车加工部分)》、《全国数控技能大赛实操经典加工案例集锦(数控铣床/加工中心部分)》。丛书汇集了全国及广东省多位数控大赛专家、一线教练和历届优秀选手的成功经验,竞赛试题和加工案例都经过严格的筛选和精心编撰,充分体现数控技能大赛的发展历程和技术水平,为数控技能大赛指明了竞赛训练方向,并提供了丰富的竞赛加工案例。丛书的总体设计与编写原则是遵循教学规律,目的是以赛促教、全面提高数控专业教学质量。

本书主编卓良福是全国技术能手、优秀教练和全国数控技能大赛获奖选手,他把自己参加大赛和指导学生参赛所获得的亲身体会及宝贵经验融入书中,使得本书内容更加贴近教学,更加具有针对性、实战性。书中的案例,讲解透彻、深入浅出,方便教练指导和选手学习。

通过丛书中大量的实际案例可以看出,编者为此付出了辛勤的劳动。我相信这套丛书的出版一定能给全国职业院校参加数控技能大赛及数控实训教学带来收益,同时,也相信这套丛书一定能为数控技能培训和教学,乃至我国的高技能人才的培养做出应有的贡献。

国家职业技能鉴定专业委员会

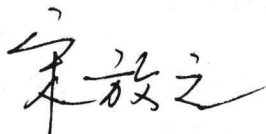
数控专业委员会 委员

教育部高职高专机械设计制造类专业

教学指导委员会 委员

全国数控技能大赛 专家及裁判长

北京航空航天大学机械学院 高级工程师



2009年12月

前言

数控技术是现代制造技术的核心和标志。随着我国在世界制造业所处地位的日益提高,急需大量数控技术方面的复合型、高技术型、高技能型人才。数控铣床是多功能、高精度的数控加工设备。数控铣床的应用,使机械制造过程发生了巨大的变化。随着数控铣床的日趋普及,急需培养出一大批能够熟练掌握数控铣床的编程、操作的应用型技术人才。为了适应这一需要,也为了适应我国中等职业技术教育的发展,经过反复实践与总结,我们编写了《全国数控技能大赛经典加工案例集锦(数控铣床/加工中心部分)》一书。

本书结合第一、第二、第三届全国数控技能大赛和全国职业院校数控技能大赛的经验,注重综合素质的培养和整体技能的提高,重点介绍全国数控技能大赛试题的加工过程与方法,突出了系统性、实用性、通俗性。全书精选了大量经过实践验证的典型试题加工案例,各部分联系紧密。本书可作为全国数控技能大赛集训教材,以及数控、模具专业的中专、技校、职高学生的实训教材,也可作为数控铣床操作人员及从事数控加工技术人员的培训资料。

本书由卓良福、邱道权主编,艾雄、张义武、黄新宇担任副主编,深圳宝安职业技术学校卓良福数控工作室成员参编。本书共分为两大部分,9个经典加工案例,分别讲授了以下内容:

上篇 数控铣床/加工中心手动编程经典加工案例;

下篇 数控铣床/加工中心自动编程经典加工案例。

本书在编写过程中,参阅了国内外同行有关资料、文献和教材,摘录了全国数控技能大赛和各省数控技能大赛组委会的部分试题,得到了许多专家和同行的支持与指导,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,以及数控技能大赛和数控技术的迅速发展,作为数控竞赛和实践教学环节的教材又不可能有严格的系统性,所以书中可能有不妥之处,望读者批评指正。

编 者

2009年8月

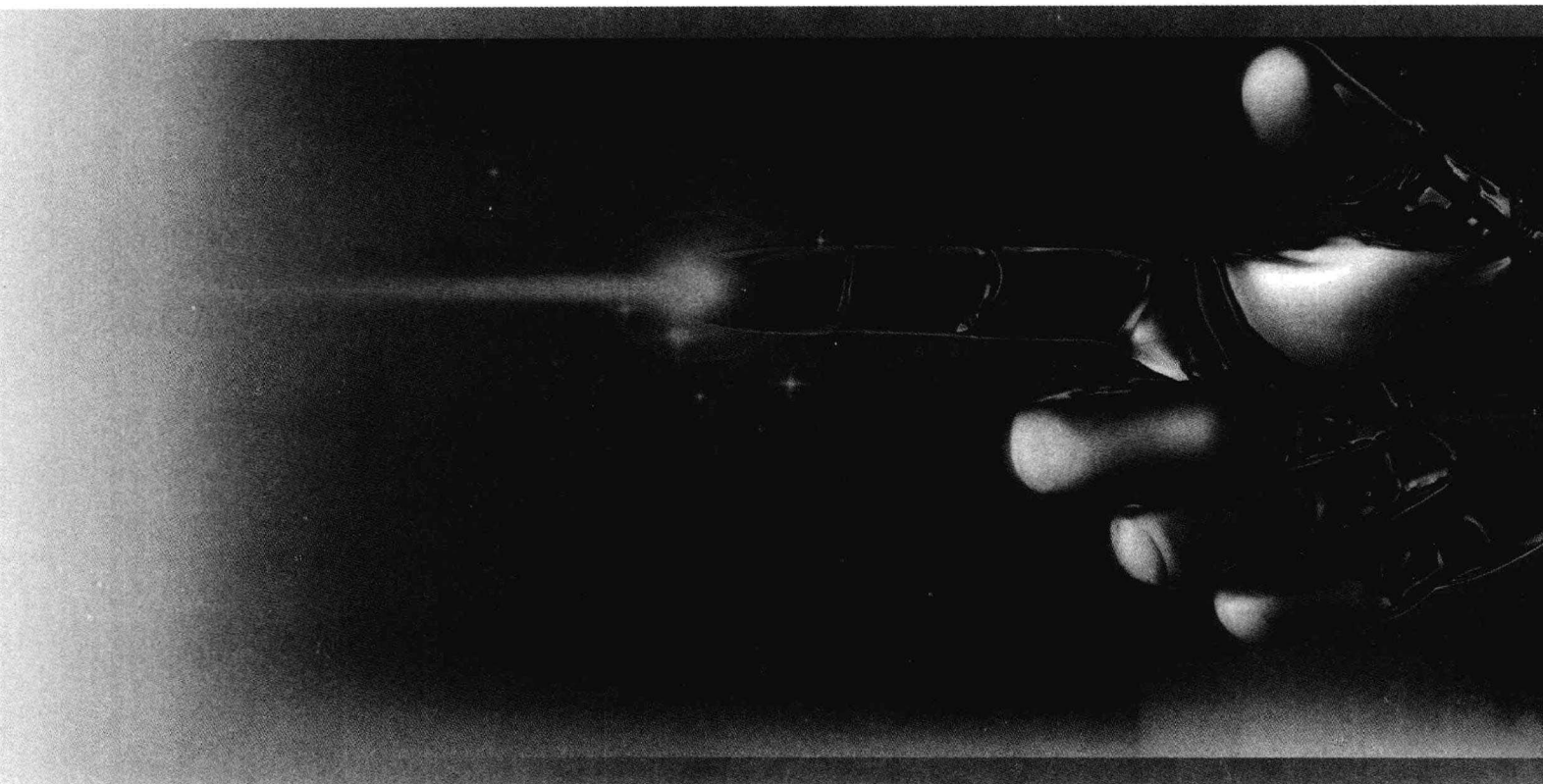


目 录

上篇	数控铣床/加工中心手动编程经典加工案例	(1)
	案例 1 2006 年宝安职业技术学校数控技能大赛试题加工案例	(3)
	案例 2 2006 年第二届全国数控技能大赛广东选拔赛试题加工案例	(17)
	案例 3 2006 年第二届全国数控技能大赛广东选拔赛试题加工案例	(33)
	案例 4 2008 年第三届全国数控技能大赛广东选拔赛试题加工案例	(57)
下篇	数控铣床/加工中心自动编程经典加工案例	(81)
	案例 5 2008 年广东省中职学校数控选拔赛试题加工案例	(83)
	案例 6 2008 年广东省中职学校数控选拔赛试题加工案例	(121)
	案例 7 2008 年宝安职业技术学校数控技能大赛试题加工案例	(139)
	案例 8 2009 年广东省中职学校数控技能大赛试题加工案例	(157)
	案例 9 2009 年全国职业院校数控技能大赛训练试题加工案例	(195)

上 篇

数控铣床/加工中心手动编程经典加工案例



案例 1

2006 年宝安职业技术学校数控技能大赛试题加工案例

1. 试题及要求

1) 试题图样及评分标准

案例 1 为 2006 年宝安职业技术学校数控技能大赛试题,零件图样如图 1-1 所示,其评分标准如表 1-1 所示。

2) 试题要求

用数控铣床手动编程完成图 1-1 所示零件的加工,零件材料为 45 钢,毛坯尺寸为 $120\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 。按图样要求设定工件坐标系,制定合理的加工工艺方案;选择合理的刀具和切削工艺参数,手动编制数控加工程序。

2. 零件加工

1) 数控加工工艺的设计

步骤 1 装夹方案的确定。

该零件形状比较简单,毛坯尺寸为 $120\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times 30\text{ mm}$;顶、底面都要加工,并且加工要素较多,加工面与面之间的位置精度要求很高,故可选用通用的精密台虎钳,采用顶、底面两次装夹加工。首先,以毛坯较为平整、光洁的外表面和两个尺寸较大的侧面作粗基准,加工零件的底面和 4 个侧面;然后,以加工好的底面和两个尺寸较大的侧面作精基准,加工零件顶面的所有未加工要素。

考核要点:凹圆弧加工工艺,凹圆弧、倒圆角加工和检测。

3.2/
其余

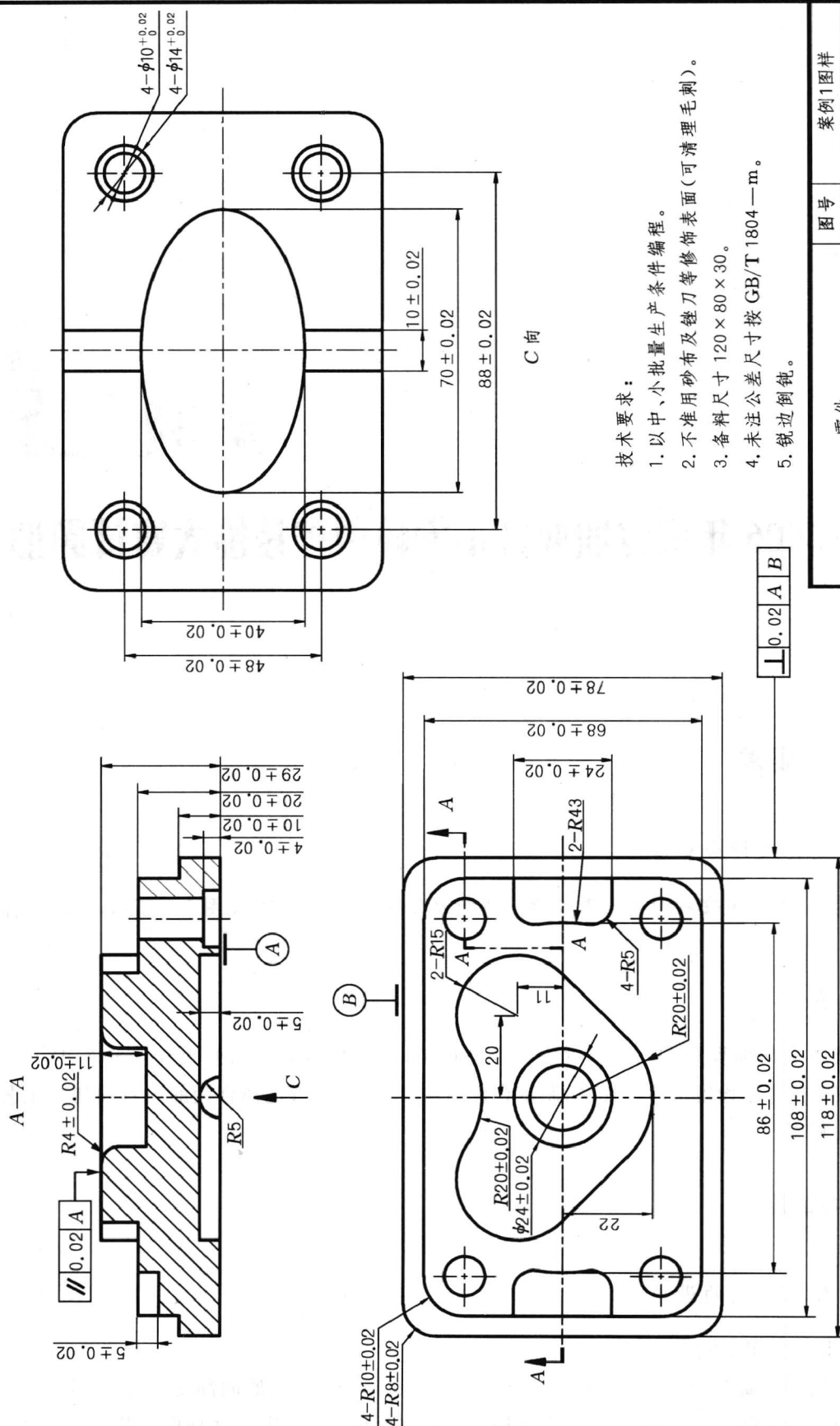


图 1-1 零件样图

零件		案例1图样		
图号	数量	材料	校对	比例
设计	制图	45#	日期	重量
额定工时	360 min	共 1 页	第 1 页	

深圳市宝安区职业技术学校

表 1-1 评分标准

姓名		准考证号		单位		年龄		
工种	数控铣工	图号	案例 1 图样	额定时间	360 min	技术等级		
设备	数控铣床	零件名称		考核日期		总得分		
序号	考核项目	考核内容及要求	配分	评分标准	检测结果	扣分	得分	备注
1	外形	118±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
2	尺寸	78±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
3	正面 轮廓 尺寸	108±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
4		68±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
5		24±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
6		4—R10±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
7		4—R8±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
8		2—R20±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
9		R4±0.02(倒圆角)	4	超差 0.02 扣 1 分				(宏程序)
10	正面 高度 尺寸	5±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
11		10±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
12		11±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
13		20±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
14		29±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
15	底面 尺寸	70±0.02(椭圆)	5	超差 0.02 扣 1 分				
16		40±0.02(椭圆)	5	超差 0.02 扣 1 分				
17		10±0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
18		5±0.02(槽深)	3	超差 0.02 扣 1 分				
19		40±0.02(孔距)	3	超差 0.02 扣 1 分				
20		88±0.02(孔距)	3	超差 0.02 扣 1 分				
21		4— $\phi 10^{+0.02}_0$	4	超差 0.02 扣 1 分				
22		4— $\phi 14^{+0.02}_0$	4	超差 0.02 扣 1 分				
23		4±0.02(深度)	4	超差 0.02 扣 1 分				
24	形位	平行度 A 0.02	3	超差 0.02 扣 1 分				
25	公差	垂直度 A、B 0.02	6	超差 0.02 扣 1 分				
26	粗糙度	R _a 3.2	14	圆弧和椭圆处超差扣 2 分/处,其他超差扣 1 分/处;得分小于 5 分时每处得 1 分				
文明生产		按有关规定每违反一项从总分中扣 3 分,扣分不超过 10 分;发生重大事故即取消考试资格。						
其他项目		未注尺寸公差按照 GB/T 1804—m 确定;工件必须完整,考试工件局部无缺陷(夹伤等),扣分不超过 10 分。						
程序编制		程序中有严重违反工艺的即取消考试资格;有小问题则酌情扣分,扣分不超过 20 分。						
加工时间		90 min 后尚未开始加工即终止考试;360 min 后,每超过 1 min 扣 1 分;390 min 时终止考试。						
总分		100 分						
记录员			监考人		检验员		考评人	

步骤2 加工顺序和刀具的选择。

以加工刀具划分工序,零件的加工顺序和刀具选择如表 1-2 所示。

表 1-2 加工顺序和刀具选择

单位:mm

程序名	刀具规格	类型	材料	加工内容
零件底面及侧面的加工顺序和刀具的选择				
O1	$\phi 20$	立铣刀	硬质合金	平面加工,深度 1
O2	$\phi 20$	立铣刀	硬质合金	粗、精加工外轮廓,深度 12
O3	$\phi 20$	立铣刀	硬质合金	粗、精加工椭圆(长轴 70,短轴 40),深度 5
O4	R5	球刀	硬质合金	粗、精加工 R5 凹半圆
O5	$\phi 2.5$	中心钻	高速钢	钻中心孔 4 次($\phi 10-4$ 处)
O6	$\phi 9.8$	钻头	高速钢	钻孔 4 次($\phi 10-4$ 处)
O7	$\phi 10$	铰刀	高速钢	铰孔 4 次($\phi 10-4$ 处)
O8	$\phi 8$	立铣刀	硬质合金	粗、精加工沉孔 4 次($\phi 14 \pm 0.02$),深度 4
零件顶面加工顺序和刀具的选择				
O14	$\phi 20$	立铣刀	硬质合金	平面加工,保证高度 29
O15	$\phi 20$	立铣刀	硬质合金	粗、精加工凸台外轮廓(108×68),深度 19
O16	$\phi 20$	立铣刀	硬质合金	粗、精加工心形外轮廓(R15,R20),深度 9
O17	$\phi 8$	立铣刀	硬质合金	粗、精加工两侧凹形轮廓(24,R5,R43),深度 5
O18	$\phi 16$	立铣刀	硬质合金	粗、精加工盲孔 $\phi 24$,深度 11
O19	R5	球刀	硬质合金	倒圆角 R4

步骤3 加工余量的确定。

- ① 粗加工内、外轮廓,留下加工余量为 0.3~0.5 mm;
- ② 半精加工内、外轮廓,留下加工余量为 0.1~0.2 mm;
- ③ 粗加工平面,留下加工余量为 0.1~0.2 mm;
- ④ 钻孔时给铰孔留加工余量 0.1~0.2 mm。

步骤4 切削用量和切削液的选用。

- ① 切削用量:根据加工材料、刀具材料等因素确定,具体见数控加工操作明细单。
- ② 切削液:根据加工材料、刀具材料等因素,选择油性切削液。

2) 编制零件加工程序

根据加工顺序和刀具选择,以华中数控系统进行手动编制程序,各图中粗实线为走刀路线,后同,略。

(1) 零件底面加工步骤。

加工时,可先用旧刀具进行粗加工,再换新刀具进行精加工;后同,略。

步骤1 平面加工,加工程序及编程示意图如表 1-3 所示。**步骤2 粗、精加工外轮廓,加工程序及编程示意图如表 1-4 所示。**

表 1-3 平面加工程序

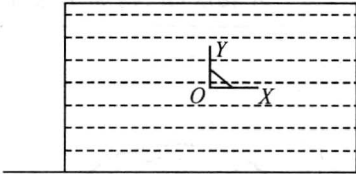
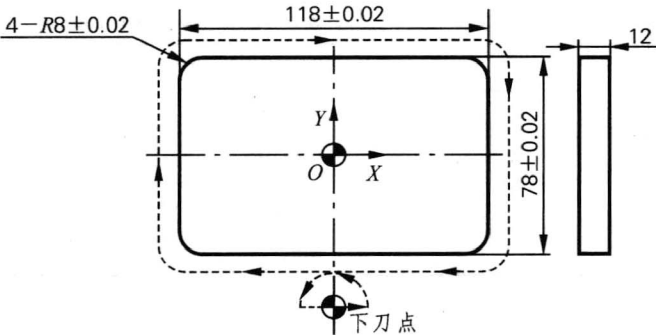
程序名	O1
 O1 编程示意图	
%1(主程序)	%2000(子程序)
G54 G90 G21 G0 Z100	G91 G1 X140 F500
M3 S2000	Y15
M8	X-140
G0 X-70 Y-50	Y15
G1 Z-1 F400	M99
M98 P2000 L5	
G90 G0 Z100	
M5 M9	
M30	

表 1-4 外轮廓粗、精加工程序

程序名	O2
 O2 编程示意图	
%2(主程序)	%2000(子程序)
G54 G90 G21 G0 Z100	G91 G1 Z-1 F500(粗 Z-1;精 Z-12)
M3 S2000(粗 S2000;精 S2500)	G90 G41 G1 X21 D01 F1200 (粗 D=10.2, F1200;精 D=10, F400)
M8	G3 X0 Y-39 R21
G0 X0 Y-60	G1 X-59 R8
G1 Z5 F400	Y39 R8
M98 P2000 L12(粗 L12;精 L1)	X59 R8
G90 G0 Z100	Y-39 R8
M5 M9	X0
M30	G3 X-21 Y-60 R21
	G40 G1 X0
	M99

步骤3 粗、精加工椭圆,加工程序及编程示意图如表 1-5 所示。

表 1-5 外轮廓粗、精加工程序

程序名	O3
O3 编程示意图	
%3(主程序)	%2000(子程序)
G54 G90 G21 G0 Z100	#1=0
M3 S2000(粗 S2000;精 S2500)	#2=35(长轴/2)
M8	#3=20(短轴/2)
G0 X0 Y0	G91 G41 G1 X35 Z-1 D01 F1200(粗 Z=-1;精 Z=-5) (粗 D=10.2,F1200;精 D=10,F500)
Z5	WHILE[#1LE360]
M98 P2000 L5(粗 L5;精 L1)	#4=SIN[#1*PI/180]*#2
G90 G0 Z100	#5=COS[#1*PI/180]*#3
M5 M9	G90 G1 X[#4]Y[#5]F1000
M30	#1=#1+1
	ENDW
	G90 G40 G1 X0
	M99

步骤4 粗、精加工凹半圆,加工程序及编程示意图如表 1-6 所示。

表 1-6 凹半圆粗、精加工程序

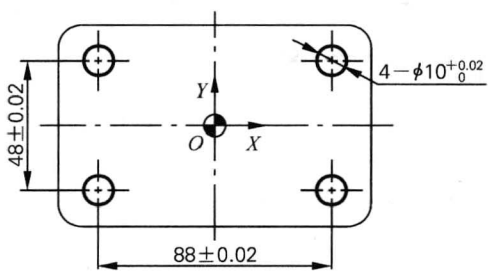
程序名	O4
O4 编程示意图	

续表

程序名	O4
%4(主程序)	%2000(子程序)
G54 G90 G21 G0 Z100	G91 G1 Z-0.5 F500(粗 Z=-1;精 Z=-5)
M3 S3200(粗 S3200;精 S3500)	G90 G1 Y45 F800(粗 F900;精 F800)
M8	G91 G1 Z-0.5 F500(粗 Z=-1;精 Z=-5)
G0 X0 Y-45	G90 G1 Y-45 F900(粗 F900;精 F800)
G1 Z0 F400	M99
M98 P2000 L5(粗 L5;精 L1)	
G90 G0 Z100	
M5 M9	
M30	

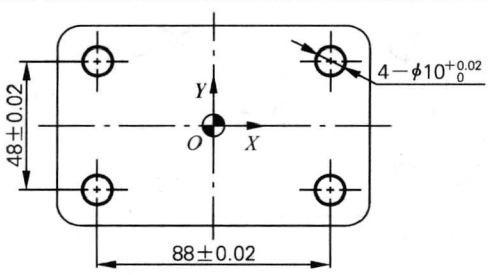
步骤 5 钻中心孔,加工程序及编程示意图如表 1-7 所示。

表 1-7 钻中心孔加工程序

程序名	O5
 O5 编程示意图	
%5(主程序)	
G54 G90 G21 G0 Z100	X-44 Y24
M3 S500	X-44 Y-24
M8	G80
G0 X44 Y-24	M5 M9
G98 G81 X44 Y-24 Z-2.5 R5 F50	M30
X44 Y24	

步骤 6 钻孔,加工程序及编程示意图如表 1-8 所示。

表 1-8 钻孔加工程序

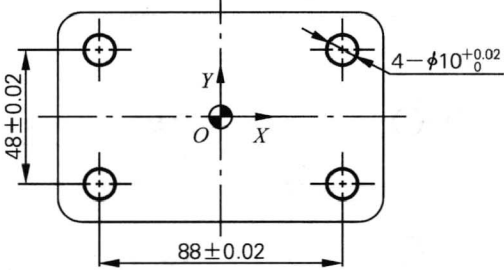
程序名	O6
 O6 编程示意图	

续表

程序名	O6
%6(主程序)	
G54 G90 G21 G0 Z100	X-44 Y24
M3 S600	X-44 Y-24
M8	G80
G0 X44 Y-24	M5 M9
G98 G83 X44 Y-24 Z-35 R5 Q-2.5 P1 K1 F60	M30
X44 Y24	

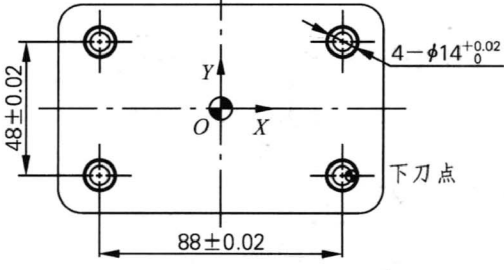
步骤7 铰孔,加工程序及编程示意图如表 1-9 所示。

表 1-9 铰孔加工程序

程序名	O7
 O7 编程示意图	
%7(主程序)	
G54 G90 G21 G0 Z100	X-44 Y24
M3 S300	X-44 Y-24
M8	G80
G0 X44 Y-24	M5 M9
G98 G81 X44 Y-24 Z-35 R5 F30	M30
X44 Y24	

步骤8 沉孔粗、精加工,加工程序及编程示意图如表 1-10 所示。

表 1-10 沉孔粗、精加工程序

程序名	O8
 O8 编程示意图	