

Shukong Jiagong
Shukong Jiagong

陶荣伟

主编

数控加工 速查手册



海峡出版发行集团 | 福建科学技术出版社

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

Shukong Jiagon
Shukong Jiagon

数控 加工

速查手册

主 编 陶荣伟

副主编 张能武 周文军

参 编 周斌兴

钱 瑜

邵建萍

沈 坚

李 稳



NLIC2970666502



海峡出版发行集团 | 福建科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工速查手册/陶荣伟主编. —福州: 福建科学技术出版社, 2010. 4
ISBN 978-7-5335-3500-1

I. ①数… II. ①陶… III. ①数控机床—加工—技术手册 IV. ①TG659-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 227922 号

书 名	数控加工速查手册
主 编	陶荣伟
出版发行	海峡出版发行集团 福建科学技术出版社
社 址	福州市东水路 76 号(邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	福建新华发行(集团)有限责任公司
排 版	福州大学校办工厂产品经营部
印 刷	人民日报社福州印务中心
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32
印 张	13
字 数	423 千字
版 次	2010 年 4 月第 1 版
印 次	2010 年 4 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5335-3500-1
定 价	26.00 元

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

前 言

随着全球经济的渐渐复苏，作为我国国民经济基础产业的制造业将有更大的发展空间。数控加工是一种先进的加工制造技术，广泛应用于各制造行业。

为了方便广大数控加工工作者在实践中查阅有关资料，我们编写了这本综合性工具书。它以内容实用、全面、新颖以及方便查阅为宗旨，深入浅出地介绍了数控加工工艺、数控刀具、数控夹具、典型数控系统、数控编程以及数控机床维修等知识，较详细地介绍了数控车、铣、磨、线切割和加工中心等设备的编程、操作技能，同时提供了大量的图片、表格和实例资料。

本书适合数控加工从业人员使用，也适合院校相关专业师生参考。

本书由陶荣伟任主编，张能武、周文军任副主编，参编人员有周斌兴、钱瑜、沈坚、邵建萍、李稳、郑容和黄浩等。在编写过程中，我们参阅了许多相关的资料（详见参考文献），在此向有关作者一并表示谢意。

由于编者学识所限，书中难免有疏漏和不妥之处，诚请读者批评指正。

编 者

2009 年 9 月

目 录

第 1 章 基础知识

1.1 常用材料的性能	(1)
1.1.1 常用材料的密度	(1)
1.1.2 常用材料的熔点	(2)
1.1.3 材料的力学性能	(2)
1.2 常用计算	(4)
1.2.1 常用三角函数基本公式	(4)
1.2.2 三角形的边角关系	(5)
1.2.3 特殊角的三角函数值	(5)
1.2.4 已知角、边,求未知边、角	(5)
1.3 常用公差配合与表面粗糙度	(6)
1.3.1 极限与配合	(6)
1.3.2 表面粗糙度	(15)
1.3.3 表面形状和位置公差	(19)
1.4 常用零件的测量方法	(20)
1.4.1 螺纹的测量	(20)
1.4.2 常见形状的测量计算	(25)
1.4.3 形位误差的检测	(29)
1.4.4 表面粗糙度的检测	(40)
1.5 常用工量具	(41)
1.5.1 千分尺	(41)
1.5.2 卡尺	(44)
1.5.3 量规及其他	(48)
1.5.4 指示表及附件	(52)
1.6 数控加工的切削基础	(57)

1.6.1	切削运动与切削要素	(57)
1.6.2	切削用量与切削液	(59)
1.6.3	加工精度	(63)
1.6.4	加工表面质量	(65)

第2章 数控加工工艺

2.1	数控加工工艺概述	(68)
2.1.1	数控加工工艺的特点	(68)
2.1.2	数控加工工艺的主要内容	(69)
2.2	数控加工工艺设计	(69)
2.2.1	零件的数控工艺性分析	(69)
2.2.2	数控加工工艺路线的设计	(70)
2.3	数控车削加工工艺	(81)
2.3.1	加工工序的划分	(81)
2.3.2	加工顺序的安排	(82)
2.3.3	加工路线的确定	(82)
2.4	数控铣削加工工艺	(84)
2.4.1	铣削加工方法的选择	(84)
2.4.2	铣削加工路线的确定	(87)
2.4.3	铣削加工工序的安排	(89)
2.5	加工中心加工工艺	(90)
2.5.1	加工中心主要加工对象	(90)
2.5.2	加工中心零件加工的工艺设计	(92)
2.6	数控加工工艺文件	(93)
2.6.1	数控加工工序卡片	(93)
2.6.2	数控加工刀具卡	(95)
2.6.3	数控加工走刀路线图	(95)
2.6.4	数控加工程序单	(95)

第3章 数控刀具

3.1	数控刀具特点与分类	(96)
3.1.1	数控刀具的特点	(96)
3.1.2	数控刀具的分类	(97)

3.2 数控刀具材料	(97)
3.2.1 刀具材料的性能要求	(97)
3.2.2 高速钢刀具	(99)
3.2.3 硬质合金刀具	(100)
3.2.4 涂层刀具	(105)
3.2.5 陶瓷刀具	(107)
3.3 刀具切削用量的确定	(110)
3.4 刀具失效形式	(118)
3.5 可转位刀片代码	(120)
3.5.1 用于外圆切削的可转位刀片代码	(120)
3.5.2 用于内圆切削的可转位刀片代码	(124)
3.5.3 用于切断切削的可转位刀片代码	(127)
3.5.4 用于螺纹切削的可转位刀片代码	(129)
3.5.5 用于铣削的可转位刀片代码	(131)
3.6 数控车削刀具的选择与装夹	(136)
3.6.1 选择	(136)
3.6.2 装夹	(139)
3.6.3 使用	(140)
3.7 数控镗铣刀具的选择	(141)
3.7.1 立铣刀	(141)
3.7.2 面铣刀	(142)
3.7.3 模具铣刀	(143)
3.7.4 键槽铣刀	(144)
3.7.5 成型铣刀	(145)
3.8 数控工具系统	(145)
3.8.1 数控车削工具系统	(145)
3.8.2 镗铣类数控工具系统	(147)

第4章 数控夹具

4.1 数控夹具的组成及分类	(156)
4.1.1 数控夹具的组成	(156)
4.1.2 数控夹具的分类	(157)
4.2 工件的定位原理、方法及常用元件	(158)

4.2.1	六点定位原理	(158)
4.2.2	定位方法及常用元件	(159)
4.2.3	常用元件限制的自由度	(162)
4.3	数控夹具的夹紧装置	(165)
4.3.1	夹紧装置的组成	(165)
4.3.2	典型的夹紧机构	(165)
4.4	组合夹具	(168)
4.4.1	组合夹具的特点、精度及应用	(168)
4.4.2	槽系组合夹具系统	(169)
4.4.3	孔系组合夹具系统	(176)
4.5	数控夹具的选用方法	(179)
4.5.1	生产效率	(179)
4.5.2	生产准备周期	(179)

第 5 章 典型数控系统

5.1	FANUC 数控系统	(183)
5.1.1	FANUC 数控系统简介	(183)
5.1.2	FANUC 典型数控系统	(184)
5.1.3	FANUC 数控系统的面板操作	(188)
5.2	SIEMENS 数控系统	(197)
5.2.1	SIEMENS 数控系统简介	(197)
5.2.2	SIEMENS 典型数控系统	(198)
5.2.3	SIEMENS 数控系统的面板操作	(201)
5.3	华中数控系统	(209)
5.3.1	华中数控系统简介	(209)
5.3.2	华中典型数控系统	(209)
5.3.3	华中数控系统的面板操作	(211)

第 6 章 数控机床编程基础

6.1	数控程序的结构与格式	(217)
6.1.1	程序结构	(217)
6.1.2	程序段格式	(218)
6.1.3	主程序和子程序	(220)

6.2 数控机床的坐标系和运动方向	(221)
6.2.1 标准坐标系与运动方向命名规则	(221)
6.2.2 机床坐标系	(225)
6.2.3 工件坐标系	(227)
6.2.4 数控机床上的相关点	(228)
6.3 数控加工程序的常用指令及用法	(229)
6.3.1 常用准备功能指令及用法	(230)
6.3.2 常用辅助功能指令及用法	(244)
6.3.3 主轴功能指令及用法	(247)
6.3.4 进给功能 F	(248)
6.3.5 刀具功能指令 T	(249)
6.4 数控编程的数值处理	(249)
6.4.1 基点计算	(249)
6.4.2 刀位点的计算	(251)
6.4.3 非圆曲线刀位轨迹的计算	(253)
6.5 程序编制中的误差控制	(257)
6.5.1 逼近误差	(257)
6.5.2 插补误差	(257)
6.5.3 圆整化误差	(257)

第 7 章 数控车床的编程、操作及实例

7.1 数控车削加工的特点	(258)
7.1.1 数控车削加工零件的类型	(258)
7.1.2 数控车床加工的主要对象	(258)
7.1.3 车削加工的工艺特点	(259)
7.2 数控车床编程	(259)
7.2.1 数控车床编程的特点	(259)
7.2.2 数控车床刀具补偿功能	(260)
7.2.3 数控车床车削固定循环及子程序	(261)
7.3 数控车床操作规程	(272)
7.3.1 电源接通前的检查工作	(272)
7.3.2 开机	(272)
7.3.3 工件及刀具的装夹	(272)

7.3.4	加工程序的输入及核对	(273)
7.3.5	零件加工	(273)
7.3.6	加工完成后	(273)
7.4	数控车削加工实例	(273)
7.4.1	轴类零件的加工	(273)
7.4.2	复杂外轮廓的加工	(275)
7.4.3	带螺纹零件的加工	(278)
7.4.4	套类零件的加工	(282)

第8章 数控铣床的编程、操作及实例

8.1	数控铣削加工	(287)
8.1.1	数控铣床加工的主要对象和编程特点	(287)
8.1.2	数控铣床刀补指令	(288)
8.1.3	孔加工固定循环	(292)
8.2	数控铣床的操作规程	(297)
8.2.1	电源接通前的检查工作	(297)
8.2.2	开机	(298)
8.2.3	工件及刀、夹具的装夹	(298)
8.2.4	加工程序的输入及核对	(298)
8.2.5	零件加工	(298)
8.2.6	零件加工后	(299)
8.3	数控铣床加工实例	(299)
8.3.1	盖板的加工	(299)
8.3.2	凸轮块的加工	(302)
8.3.3	陈列类零件的加工	(304)
8.3.4	螺旋槽的加工	(307)
8.3.5	复杂凸轮块的加工	(311)
8.3.6	导轨板的加工	(315)

第9章 加工中心的编程、操作及实例

9.1	加工中心编程	(320)
9.1.1	加工中心编程的特点	(320)

9.1.2 加工中心的特殊功能指令 (SINUMERIK802D 数控系统)	(320)
9.1.3 加工中心选刀和换刀指令	(324)
9.2 加工中心的操作规程及对刀	(327)
9.2.1 加工中心的操作规程	(327)
9.2.2 加工中心的对刀	(327)
9.3 加工中心零件加工实例	(329)
9.3.1 盖板的加工	(329)
9.3.2 开环的加工	(333)
9.3.3 长方形零件的各面孔加工	(340)

第 10 章 数控特种加工机床的编程、操作及实例

10.1	数控电火花线切割机床	(346)
10.1.1	数控电火花线切割加工的原理和特点	(346)
10.1.2	数控电火花线切割编程格式(3B)	(346)
10.1.3	数控电火花线切割编程格式(ISO)	(349)
10.1.4	工件的装夹与调整	(352)
10.1.5	线切割加工实例	(353)
10.2	数控电火花成型加工机床	(354)
10.2.1	数控电火花成型加工的原理和特点	(354)
10.2.2	电火花成型加工工艺与步骤	(355)
10.2.3	电极	(356)
10.2.4	电火花加工实例	(357)

第 11 章 数控磨床的加工工艺与编程实例

11.1	数控磨床的工作原理和特点	(359)
11.2	数控外圆磨削加工工艺	(360)
11.2.1	数控磨削加工方式	(360)
11.2.2	数控外圆磨削加工工艺参数	(362)
11.3	数控坐标磨削加工工艺	(363)
11.3.1	主轴结构和基本磨削方式	(363)
11.3.2	常用磨削方法	(364)
11.4	数控机床常用磨料磨具	(369)

11.4.1 磨料·····	(369)
11.4.2 磨具·····	(371)
11.5 数控磨床编程实例·····	(375)
11.5.1 数控磨床的编程特点·····	(375)
11.5.2 加工实例·····	(375)

第 12 章 数控机床的维修

12.1 数控机床的维护保养·····	(379)
12.2 故障类型及常规处理流程·····	(382)
12.2.1 故障类型·····	(382)
12.2.2 常规处理方法·····	(383)
12.3 数控机床的故障诊断技术·····	(385)
12.3.1 启动诊断·····	(385)
12.3.2 在线诊断·····	(385)
12.3.3 离线诊断·····	(386)
12.4 数控机床常见故障分析及处理方法·····	(387)
12.4.1 数控系统的常见故障及处理方法·····	(387)
12.4.2 机械部件的常见故障及处理方法·····	(392)
12.4.3 液压系统的常见故障及处理方法·····	(396)
12.4.4 伺服系统的常见故障及处理方法·····	(397)
参考文献·····	(400)

第 1 章 基础知识

1.1 常用材料的性能

1.1.1 常用材料的密度

表 1-1 常用材料的密度

材料名称	密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	材料名称	密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
灰铸铁	7.0	硅钢片	7.55~7.8
白口铸铁	7.55	硬质合金 YG	13.9~14.9
可锻铸铁	7.3	金	19.32
球墨铸铁	7.3	银	10.5
工业纯铁	7.87	汞	13.55
碳素钢	7.8~7.85	石墨	1.9~2.2
合金钢	7.9	石棉板	1~1.3
不锈钢	7.9	聚氯乙烯	1.35~1.40
高速钢	8.3~8.7	聚四氟乙烯	2.1~2.3
铸钢	7.8	尼龙 6	1.13~1.14
紫铜	8.9	尼龙 1010	1.04~1.06
黄铜	8.4~8.85	木材	0.4~0.95
锡青铜	8.7~8.9	皮革	0.4~1.2
无锡青铜	7.5~8.2	橡胶	0.93~1.20
工业铝	2.7	陶瓷	2.3~2.45
铸铝	2.7	玻璃	2.4~2.6
镁合金	1.74~1.81	有机玻璃	1.18~1.19
工业镍	8.9	水泥	1.2~1.4
锡基轴承合金	7.34~7.75	混凝土	1.8~2.45
铅基轴承合金	9.33~10.67	水(4℃)	1

1.1.2 常用材料的熔点

表 1-2 常用材料的熔点

材料名称	熔点/℃	材料名称	熔点/℃
灰铸铁	1200	铅	327
碳素钢	1400~1500	锡	232
铸钢	1425	锌	419
紫铜	1083	镍	1452
黄铜	950	钛	1668
青铜	995	尼龙 1010	200~210
铝	658	有机玻璃	>108

1.1.3 材料的力学性能

表 1-3 有关材料力学性能的名词解释

项目	名 词	代 号	单 位	说 明
1	极限强度(强度)	—	MPa	材料抵抗外力破坏作用的最大能力
	(1)抗拉强度(抗张强度)	σ_b		外力是拉力时的极限强度
	(2) 抗压强度	σ_y		外力是压力时的极限强度
	(3) 抗弯强度	σ_w		外力与材料轴线垂直,并在作用后使材料呈弯曲的极限强度
	(4) 抗剪强度	τ		外力与材料轴线垂直,并对材料呈剪切作用的极限强度
2	(1)屈服点(物理屈服强度)	σ_s	MPa	材料受拉力至某一程度时,其变形突然增加很大,这时材料抵抗外力的能力
	(2)规定残余伸长应力(屈服强度、条件屈服强度)	σ_r $\sigma_{0.2}$		材料在卸除拉力后,标距部分残余伸长率达到规定数值(常为 0.2%)的应力
3	弹性极限	σ_e		材料受外力(拉力)作用,若除去外力,其变形(伸长)即消失,恢复原状,材料抵抗这种外力的极限值
4	伸长率	δ	%	材料受拉力作用断裂时,伸长的长度与原有长度的百分比
	(1)短试棒求得的伸长率	δ_5		试棒标距=5 倍直径
	(2)长试棒求得的伸长率	δ_{10}		试棒标距=10 倍直径
5	断面收缩率(收缩率)	ψ		材料受拉力作用断裂时,断面缩小的面积与原有断面面积的百分比

续表

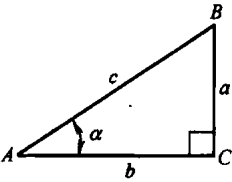
项目	名 词	代 号	单位	说 明
6	硬度	—	MPa	材料抵抗硬的物体压入自己表面的能力
	(1) 布氏硬度	HBS HBW		它是以一定的负荷把一定直径的淬硬钢球或硬质合金球压于材料表面,保持规定时间后卸除负荷,测量材料表面的压痕,按公式用压痕面积来除负荷所得的商。 HBS 为以淬硬钢球作压头时测得的布氏硬度值,适用于布氏硬度值在 450 以下的材料。 HBW 为以硬质合金球作压头时测得的布氏硬度值,适用于布氏硬度值在 450~650 的材料
	(2) 洛氏硬度	HR		用一定的负荷,把淬硬钢球或 120°圆锥形金刚石压入器压入材料表面,然后用材料表面上压印的深度来计算硬度大小
	(3) 表面洛氏硬度	HR		试验原理与洛氏硬度一样,它适用于钢材表面经渗碳、氮化等处理的表面层硬度以及薄、小试件硬度的测定
	(4) 维氏硬度	HV		以一定负荷把 136°方锥形金刚石压头压于材料表面,保持规定时间后卸除负荷,测量材料表面的压痕对角线平均长度,按公式用压痕面积来除负荷所得的商
	(5) 肖氏硬度	HS		用一定重量的带有金刚石圆头或钢球的重锤,从一定高度上落于金属试样的表面,根据钢球回跳的高度所求得的硬度
7	韧性			材料抵抗冲击载荷破坏的能力
	(1) 冲击吸收功 (冲击功)	A_{KU} A_{KV}	J	用一定重量的摆锤在一定高度自由落下冲断带有 U 形或 V 形缺口的试样时,试样断面上吸收的冲击功
	(2) 冲击韧性(冲击值)	α_{Ku} α_{Kv}	J·mm ⁻²	试样断面单位面积上吸收的冲击功

硬度值表示方法举例: 120HBS10/3000 为用 10mm 钢球, 在 29.42kN (3000 kgf) 负荷下保持 10s 测得的硬度值, 也可简化为 120HBS。

1.2 常用计算

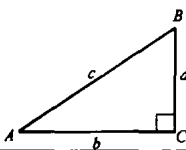
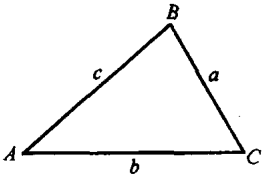
1.2.1 常用三角函数基本公式

表 1-4 常用三角函数基本公式

基本关系		α 角的正弦 $\sin\alpha = \frac{a}{c}$ α 角的余弦 $\cos\alpha = \frac{b}{c}$
		α 角的正切 $\tan\alpha = \frac{a}{b}$ α 角的余切 $\cot\alpha = \frac{b}{a}$
		α 角的正割 $\sec\alpha = \frac{c}{b}$ α 角的余割 $\csc\alpha = \frac{c}{a}$
和差角公式		$\sin\alpha \cdot \csc\alpha = 1$ $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ $\tan\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$
		$\cos\alpha \cdot \sec\alpha = 1$ $\sec^2\alpha - \tan^2\alpha = 1$ $\cot\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$
		$\tan\alpha \cdot \cot\alpha = 1$ $\csc^2\alpha - \cot^2\alpha = 1$
倍角公式		$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha\cos\beta \pm \cos\alpha\sin\beta$
		$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \sin\alpha\sin\beta$
		$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan\alpha \pm \tan\beta}{1 \mp \tan\alpha\tan\beta}$
		$\cot(\alpha \pm \beta) = \frac{\cot\alpha\cot\beta \mp 1}{\cot\beta \pm \cot\alpha}$
		$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\cos\alpha$ $\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1$
		$\tan 2\alpha = \frac{2\tan\alpha}{1 - \tan^2\alpha}$ $\cot 2\alpha = \frac{\cot^2\alpha - 1}{2\cot\alpha}$
半角公式		$\sin \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos\alpha}{2}}$ $\cos \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos\alpha}{2}}$
		$\tan \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos\alpha}{1 + \cos\alpha}} = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{\sin\alpha}{1 + \cos\alpha}$
		$\cot \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos\alpha}{1 - \cos\alpha}} = \frac{\sin\alpha}{1 - \cos\alpha} = \frac{1 + \cos\alpha}{\sin\alpha}$

1.2.2 三角形的边角关系

表 1-5 三角形的边角关系

直角三角形		$A + B = 90^\circ$ $a^2 + b^2 = c^2$ $\sin B = \sin(90^\circ - A) = \cos A$ $\cos B = \cos(90^\circ - A) = \sin A$ $\tan B = \tan(90^\circ - A) = \cot A$ $\cot B = \cot(90^\circ - A) = \tan A$
任意三角形		正弦定理: $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$ (式中, R 为三角形外接圆的半径) 余弦定理: $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cos B$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$ 正切定理: $\tan \frac{A-B}{2} = \frac{a-b}{a+b} \cot \frac{C}{2}$

1.2.3 特殊角的三角函数值

表 1-6 特殊角的三角函数值

α	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	150°	180°	270°	360°
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	0	1
$\tan \alpha$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	∞	$-\sqrt{3}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	∞	0
$\cot \alpha$	∞	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	$-\frac{\sqrt{3}}{3}$	-1	$-\sqrt{3}$	∞	0	∞

1.2.4 已知角、边,求未知边、角

表 1-7 已知角、边,求未知边、角

已知角	求相应的边	已知边	求相应的角
θ_A	$\frac{a}{c} = \sin \theta_A$	a, c	$\theta_A = \arcsin \frac{a}{c}$
θ_A	$\frac{b}{c} = \cos \theta_A$	b, c	$\theta_A = \arccos \frac{b}{c}$
θ_A	$\frac{a}{b} = \tan \theta_A$	a, b	$\theta_A = \arctan \frac{a}{b}$
θ_B	$\frac{b}{c} = \sin \theta_B$	b, c	$\theta_B = \arcsin \frac{b}{c}$
θ_B	$\frac{a}{c} = \cos \theta_B$	a, c	$\theta_B = \arccos \frac{a}{c}$
θ_B	$\frac{b}{a} = \tan \theta_B$	b, a	$\theta_B = \arctan \frac{b}{a}$