



国产数控系统应用技术丛书



五轴数控系统探秘

——科德GNC60数控系统编程手册

WUZHOU SHUKONG XITONG TANMI
——KEDE GNC60 SHUKONG XITONG BIANCHENG SHOUCE

主 编 陈 虎

非
外
借



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

国产数控系统应用技术丛书

五轴数控系统探秘

——科德 GNC60 数控系统编程手册

主 编 陈 虎



王大伟
耿文剑

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书内容主要包括概述、基础编程篇、高级编程篇三大部分。概述部分主要介绍编程相关的操作界面、编程相关术语等内容,基础编程篇主要介绍进给功能、参考点、坐标系、坐标值和尺寸、主轴控制、刀具补偿功能等内容,高级编程篇主要介绍高级插补功能、影响程序预读的指令、测量功能、机床辅助功能、宏程序、循环编程等内容。书中以科德 GNC60 数控系统为阐述对象,系统地讲述了数控系统加工编程的相关指令及其应用方法。

本书可作为数控机床加工编程人员、操作人员、维护调试人员等的培训资料和学习参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

五轴数控系统探秘:科德 GNC60 数控系统编程手册/陈虎主编. —武汉:华中科技大学出版社,2018.4

(国产数控系统应用技术丛书)

ISBN 978-7-5680-3877-5

I. ①五… II. ①陈… III. ①数控机床-数字控制系统-程序设计-技术手册
IV. ①TG659-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 050855 号

五轴数控系统探秘——科德 GNC60 数控系统编程手册

陈虎 主编

Wuzhou Shukong Xitong Tanmi —— KEDE GNC60 Shukong Xitong Biancheng Shouce

策划编辑:万亚军

责任编辑:罗雪

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:13.75

字 数:292千字

版 次:2018年4月第1版第1次印刷

定 价:49.80元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

普通机床已经不能满足日益发展的现代化生产需求,而数控机床具有更多优势、更广阔的市场需求和发展空间。相对于普通机床,数控机床具有以下特点:可进行多轴联动,能够加工形状复杂的工件,适应性强,加工精度高,稳定性好,具有稳定的加工质量,自动化程度高,通过修改加工程序即可实现对不同工件的加工,生产效率高,融合了计算机与数字信息技术,生产管理更加现代化,等等。数控机床的发展日新月异,高速化、高精度化、复合化、智能化、网络化等内容已经成为新的发展趋势和方向,对机床操作人员的素质要求越来越高。而数控加工编程则是非常重要的一项技能,是相关工作人员必须熟练掌握的内容。

关于数控机床的加工编程,由于各机床厂商采用的数控系统不同,对应的编程方法也不同。但是数控机床的加工编程一般包括坐标系使用、轴控制、准备功能、辅助功能、插补功能、进给功能、补偿功能等,对于不同的数控系统而言,这些基本功能、加工工艺、处理过程还是有共通之处的,在原理方面也基本相同。目前,国内高档数控系统产品数量少,数控加工编程的学习参考资料则更少,本书正是为了改善这种状况而编撰的。

本书以科德 GNC60 数控系统为阐述对象,系统地介绍了数控加工编程的方法和原理,内容翔实,并配以丰富的编程实例,除了一些基本内容,还介绍了高级插补、循环编程、五轴联动插补等高级功能。本书将编程原理、编程实践并重,力求让读者能够在较短时间内掌握数控加工编程技能,同时加深对原理的理解,以便在工作中不断提升技能水平。

本书著作权属于大连光洋科技集团有限公司,并由大连光洋科技集团有限公司陈虎担任主编,白彦庆、王大伟、林猛、耿文剑担任副主编。没有获得该公司的任何明确书面许可,任何单位和个人不得以任何形式对本手册中的任何部分进行出版和复制,否则该公司将追究其法律责任。该公司保留对数控系统产

品的规格和设计进行变更的权利,恕不另行通知。

本书中涉及大连光洋科技集团有限公司所属产品的内容,由于市场需求在变,产品也会不断改进与升级,难免会发生某些实际内容与书中内容不太一致的情况,但这并不影响本书的阅读价值,还请广大读者谅解。另外,限于编者的水平和技术发展的日新月异,书中难免有不妥之处,恳请读者朋友能够提出宝贵意见。

编者

2018年1月

第 1 章 概述	(1)
1.1 安全	(1)
1.1.1 安全须知	(1)
1.1.2 一般的警告和注意事项	(2)
1.1.3 与编程相关的警告和注意事项	(2)
1.2 系统界面	(3)
1.3 相关术语	(7)
1.3.1 复位(control reset)	(7)
1.3.2 通道和轴	(8)
1.3.3 插补	(8)
1.3.4 进给	(9)
1.3.5 零件图和刀具运动	(9)
1.3.6 参考点(机床规定的位置)	(11)
1.3.7 工件坐标系	(11)
1.3.8 绝对值编程和增量值编程	(12)
1.3.9 主轴速度功能	(13)
1.3.10 刀具功能	(14)
1.3.11 辅助功能	(15)
1.3.12 程序结构	(18)
1.3.13 行程	(21)
1.3.14 模态指令与非模态指令	(23)
1.4 错误信息	(23)
1.5 GEC 误差补偿模块	(24)
1.5.1 误差补偿参数配置	(24)

1.5.2 误差补偿文件格式	(25)
基础编程篇	(32)
第2章 进给功能	(32)
2.1 概述	(32)
2.2 快速定位 G00	(32)
2.3 直线切削进给 G01	(34)
2.4 空间 3D 刀补 G01	(35)
2.5 矢量编程 G01	(37)
2.6 暂停 G04	(38)
2.7 圆弧切削进给 G02/G03	(38)
2.8 斜面加工 G52	(39)
2.9 手轮叠加 G212/G213	(40)
2.10 每分钟进给 G94 和每转进给 G95	(41)
2.11 恒表面速度切削启动和取消 G93/G96/G97	(42)
2.12 时间倒数速度 G193 和五轴联合插补速度 G194	(43)
2.13 将旋转轴 C 角度值减小到 360°以下 G06	(45)
2.14 非模态进给 FB	(45)
2.15 综合程序示例	(46)
第3章 参考点	(51)
3.1 机床参考点(机床规定的位置)	(51)
3.2 返回参考点	(51)
第4章 坐标系	(53)
4.1 机床坐标系 G53	(56)
4.2 工件坐标系 G54~G59 和 G92	(56)
4.2.1 设定工件坐标系 G92	(57)
4.2.2 选择工件坐标系 G54~G59	(58)
4.3 局部坐标系 G52	(59)
4.3.1 G52 局部坐标线性偏置	(59)
4.3.2 G52 局部坐标系旋转	(60)
4.3.3 刀具自动垂直斜面 G201.1/G201.2(带 RTCP)	(62)

4.3.4	刀具自动垂直斜面 G200.1/G200.2(不带 RTCP)	(62)
4.3.5	复制当前 G52 坐标系至手动操作	(63)
4.4	工件坐标系旋转 G226/G227	(63)
4.5	工件旋转坐标系 WRCS	(64)
4.6	平面选择 G17/G18/G19	(64)
4.7	可编程镜像 G50.1/G51.1	(65)
4.8	工件旋转 G68/G69	(68)
4.9	比例缩放 G50/G51	(70)
4.10	可编程回机床参考点	(72)
4.10.1	自动返回参考点 G28	(72)
4.10.2	从参考点自动返回 G29	(72)
第 5 章	坐标值和尺寸	(73)
5.1	绝对值编程和增量值编程 G90/G91	(73)
5.2	英制编程和公制编程 G20/G21	(76)
5.3	直径编程和半径编程 G220/G220.1/G221	(76)
5.4	旋转轴类型	(78)
5.4.1	普通旋转轴(normal round axis)	(78)
5.4.2	最短路径旋转轴(shortest way round axis)	(78)
5.4.3	模值旋转轴(modulo round axis)	(79)
5.4.4	可归零旋转轴(resettable round axis)	(79)
5.5	临时启停自动刀偏 G362/G363	(79)
第 6 章	主轴控制	(80)
6.1	主轴速度 S	(80)
6.2	主轴准停 M19	(81)
6.3	多主轴编程 S(n)	(82)
6.4	车铣转换 G210/G211/G209	(82)
第 7 章	刀具补偿功能	(84)
7.1	概述	(84)
7.2	刀具半径补偿 G40/G41/G42/G40.2/G41.2/G42.2	(84)
7.2.1	概述	(85)

7.2.2 刀具半径补偿的类型	(86)
7.3 刀具长度补偿 G43/G44/G49	(89)
7.4 自动倒角 LC/LR	(91)
高级编程篇	(92)
第8章 高级插补功能	(92)
8.1 螺旋线插补 G02.8/G03.8/G02.81/G03.81	(92)
8.2 给出中间点和终点的圆弧插补 G02.4	(94)
8.3 带有切线过渡的圆弧插补 G02.9	(95)
8.4 给出张角和中心点的圆弧插补 G02.1/G03.1	(96)
8.5 附加非当前平面轴增量的圆弧插补 G02.2/G03.2	(96)
8.6 带有旋转轴分量的圆弧插补 G02.7/G03.7	(97)
8.7 极坐标插补 G12.1/G13.1	(97)
8.8 螺纹切削 G32	(99)
8.9 离散点双圆弧拟合 G06.11/G06.12	(102)
8.10 C样条插补 G06.3/G06.4	(102)
8.11 NURBS样条插补 G06.2	(104)
8.12 RTCP功能	(109)
8.12.1 五轴参数设置	(111)
8.12.2 指令格式	(120)
8.13 矢量编程 G01	(121)
8.14 大圆弧插补 G214/G215	(122)
8.15 双C样条约束 G06.31/G06.41/G06.32/G06.42	(123)
8.16 空间3D刀补 G01	(124)
8.17 五坐标C样条 G06.33/G06.43	(125)
8.18 圆锥插补 G323.1/G324.1/G323.2/G324.2/G325/G327	(127)
8.19 高曲率微段样条拟合 G642/G642.6	(128)
8.20 极坐标编程 G15/G16	(130)
8.21 临时取消和恢复C轴最短路径 G126/G127	(132)
8.22 当前坐标同步到编译模块 G10	(132)
8.23 恢复RTCP五轴刀长 G11	(133)

8.24	轴周期正弦振动 G328/G329	(134)
8.25	样条连接轨迹优化 G239/G240	(134)
8.26	旋转轴速度平滑 G241/G242	(134)
8.27	直线合并 G243/G244	(135)
8.28	圆弧连接轨迹优化 G245/G246	(135)
8.29	B样条连接轨迹优化 G247/G248	(135)
第 9 章	影响程序预读的指令	(136)
9.1	清空缓冲区 G312	(136)
9.2	微段速度优化 G216/G217	(137)
9.3	程序模态信息保存与恢复 G222/G223	(137)
9.4	其他影响程序预读的指令	(137)
第 10 章	测量功能	(139)
10.1	概述	(139)
10.2	测量运动 G31/G31.1/G31.2	(140)
10.3	与测头配合的 PLC 程序处理	(144)
第 11 章	机床辅助功能	(145)
11.1	M 指令	(145)
11.2	T 指令	(146)
11.3	S 指令	(146)
11.4	刀具半径补偿	(147)
11.5	系统数据采集 G237/G238	(148)
11.6	系统数据采集 G237.1	(150)
第 12 章	宏程序	(155)
12.1	宏变量	(155)
12.2	程序格式	(156)
12.2.1	表达式	(156)
12.2.2	IF 条件判断与 GOTO 跳转	(157)
12.2.3	WHILE 循环	(160)
12.3	子程序调用	(161)
12.4	内建函数	(164)

12.4.1	运算函数	(164)
12.4.2	刀具信息访问函数	(168)
12.4.3	系统参数访问函数	(171)
12.4.4	坐标系及坐标操作函数	(174)
12.4.5	人机交互函数	(176)
12.4.6	文件操作函数	(180)
12.4.7	通道操作函数	(181)
12.4.8	PRETIME 加工倒计时函数	(181)
12.4.9	系统时间操作函数	(182)
第 13 章	循环编程	(183)
13.1	子程序及宏语言编程示例——钻深孔	(183)
13.2	刚性攻丝循环 G84	(185)
13.3	钻孔循环 GDEF800	(189)
13.4	深孔钻孔循环 GDEF801	(190)
13.5	万能钻孔深孔钻孔循环 GDEF802	(191)
13.6	铰孔循环 GDEF803	(192)
13.7	镗孔循环 GDEF804	(193)
13.8	反向镗孔循环 GDEF805	(194)
13.9	多次钻孔循环调用方法	(195)
13.10	循环编程地址字定义对照表(见表 13.1)	(196)
13.11	循环编程地址字变量对照表(见表 13.2)	(197)
附录 A	G 指令	(199)
附录 B	M 指令	(205)
附录 C	用户宏指令	(206)
附录 D	更新日志	(209)

第1章 概 述 >>>>>

1.1 安 全

1.1.1 安全须知

用户在使用 GNC 系列数控系统前,请务必仔细阅读本书及《GNC60 操作手册》和《GNC60 PLC 使用手册》,并妥善保管这些参考资料,方便以后随时查阅。

本书主要介绍了 GNC 系列数控系统的基本编程指令与使用方法,请操作人员在操作 GNC 系列数控系统进行程序加工前仔细阅读。本书还介绍了在手动方式和自动方式下如何用程序控制 GNC 系列数控系统进行加工,以及如何编辑和调用工件加工程序等。

本书包含 GNC 系列数控系统大部分编程指令信息。对于 GNC 系列数控系统“可选功能”的有关编程指令,请参考相应的专门文档。用户随时可以向科德数控股份有限公司索取相关文档;也可以登录科德数控股份有限公司网站(<http://www.dlkede.com>),很方便地下载所需的文档。

本书尽可能地将数控系统的全部有关编程内容列出,但是,由于篇幅有限,不能将数控系统中所有不必做和不能做的操作一一列出。因此,本书中没有特别说明和描述的操作,均可视为“不能”或“不允许”的操作。

操作人员还必须遵守由机床制造厂商提供的手册中说明的与机床有关的安全预防措施。操作人员必须在完全熟悉本书以及由机床制造厂商提供的相关手册的内容后,才能操作机床或编制加工程序来控制机床加工工件。

1.1.2 一般的警告和注意事项

(1) 当使用刀具补偿功能时,请仔细检查补偿方向和补偿量是否正确。如果指定了不正确的参数,机床有可能发生误动作,从而引起工件或机床本身的损坏,甚至伤及操作人员。

(2) 数控系统和 PLC 的参数都是机床制造厂商设置的,通常不需要修改。当必须修改参数的时候,请确保改动参数之前对参数的功能有深入全面的了解。如果不能对参数进行正确的设置,机床有可能发生误动作,从而引起工件或机床本身的损坏,甚至伤及操作人员。

(3) 在机床通电后,数控装置启动尚未完成之前,请不要触碰机床操作面板上的任何按键。机床操作面板上的有些按键专门用于机床维护和特殊的操作。这时按下按键,可能使数控装置处于非正常工作状态。在这种状态下启动,机床有可能发生误动作,从而引起工件或机床本身的损坏,甚至危及操作人员的生命安全。

(4) 随数控系统提供的机床操作手册和编程手册对机床的功能进行了完整的叙述,包括各种选项功能。选项功能随机床选择的数控系统配置不同而不同。因此,本书叙述的某些功能,在一些特殊系统上实际并不适用。如有疑问,请查阅相关机床手册。

(5) 可能存在有些功能是在机床制造厂商的要求下开发实现的,当使用这些功能时,请参阅由机床制造厂商提供的手册,以了解这些功能的详细用途、操作方法和一些相关的安全注意事项。

1.1.3 与编程相关的警告和注意事项

1. 绝对值/增量值编程方式

如果使用绝对值编制的程序在增量值方式下运行,或者反过来,机床有可能发生误动作,从而引起工件或机床本身的损坏,甚至危及操作人员的生命安全。

2. 平面选择

在圆弧插补或螺旋插补时,如果指定的平面不正确,机床有可能发生误动作,从而引起工件或机床本身的损坏,甚至危及操作人员的生命安全。

1.2 系统界面

如图 1.1 所示,以 GNC 系列数控系统在自动模式下的主界面为例,说明基本界面的构成。GNC 系列数控系统主界面一般可分为坐标位置信息显示区、数控程序(NC 程序)内容信息显示区、速度及 G 指令模态信息显示区、相对坐标剩余路程等部分。这些区域为多页显示区,双击某区域的标题栏,可以切换该区域的信息页,从而可以查看更加丰富的信息。

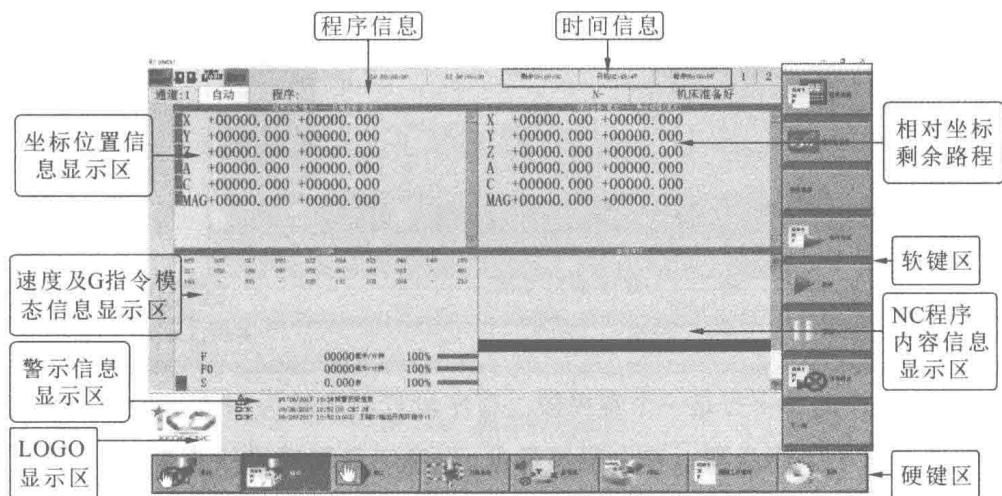


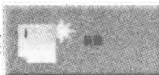
图 1.1 GNC 系列数控系统主界面

下面以编写一个简单的工件加工程序,并开始执行该加工程序为例,简要描述系统的按键和菜单操作。

1. 编写并保存工件加工程序

(1) 按硬键  进入程序编辑界面,如图 1.2 所示。

(2) 按软键  进入程序编辑器的文件菜单,如图 1.3 所示。

(3) 按软键  新建一个工件加工程序文件,然后编写如下程序:

```
N10 G91
N20 G00 X0 Y0 Z0
N30 M30
```

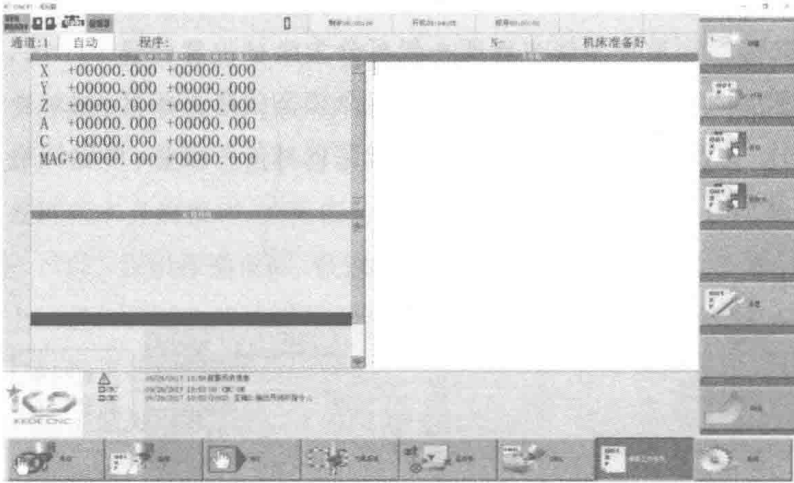


图 1.2 程序编辑界面



图 1.3 文件菜单

NC 程序的每一行是一个程序段。程序段可以理解为加工一个工件时可以执行的最小工作步骤。它由程序段号、程序字和程序段结束符组成，程序段号可以省略，回车换行符被认为是程序段结束符。一个程序段的最大长度为 128 个字符。程序段号(例如:N20)放在程序段的起始处，由地址字 N 和最多 6 个数字组成，无效零将被忽略。NC 程序按照程序段排列顺序执行，与程序段号大小无关。为了方便查找和编辑程序，建议使用顺序增加的程序段号，段号间隔为 10。程序段中每个单独的信息称为一个程序字(例如:G00)。一个程序字由地址字(例如:G)和数字序列(例如:00)组成。地址字指明程序字的类型。每个程序字在一个程序段中只能使用一次，如果同一程序字在一个程序段中使用多次，系统会显示错误。程序字的数字序列可以是带符号的整数或小数，也可以是零。正号“+”可省略，地址字后跟着的无效零以及小数点后的无效零可省略。

每一个 NC 程序都要以 M30 或 M02 声明程序的结束。

(4) 按软键  将这个新建的工件加工程序文件保存起来,如图

1.4 所示。



图 1.4 保存程序文件

在文件名输入框中输入工件加工程序的文件名并点击“保存”。通过以上操作我们就已经新建并保存了一个工件的加工程序。

2. 执行工件加工程序

(1) 按硬键  选择自动加工方式,自动模式界面如图 1.5 所示。

(2) 按软键  弹出 NC 程序选择对话框,选择需要执行的 NC 程序,如图 1.6 所示。

(3) 按软键  开始执行程序,如图 1.7 所示。

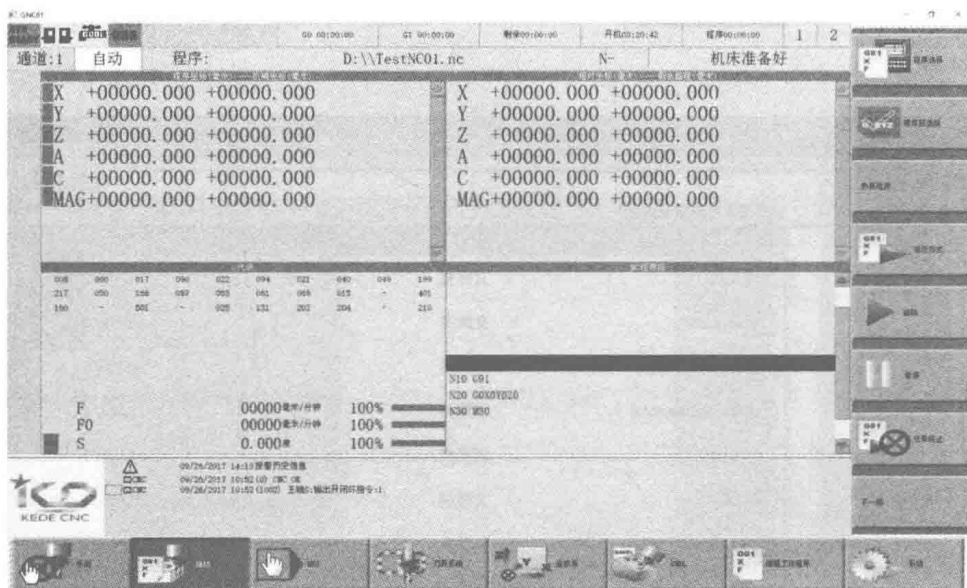


图 1.5 自动模式界面



图 1.6 程序选择