

计算机辅助分析(CAE)系列

UG NX 7.0

动力学与有限元分析从入门到精通

三维书屋工作室

吕洋波 胡仁喜 吕小波 等编著



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

UG NX 7.0 动力学与有限元分析 从入门到精通

三维书屋工作室

吕洋波 胡仁喜 吕小波 等编著



机械工业出版社

本书主要介绍 UG NX7.0 动力学分析的一些基础知识和操作实例,包括仿真基础,连杆、质量及材料,运动副,传动副,约束,力的创建,连接器,仿真结果输出,机构检查,XY 函数编辑器,模型优化,动力学分析综合实例等知识。以及 UG NX7.0 有限元分析的一些基础知识和操作实例,包括模型分析准备,建立有限元模型,有限元模型的编辑,分析和查看结果,球摆分析综合实例等知识。

图书在版编目 (CIP) 数据

UG NX 7.0 动力学与有限元分析从入门到精通/吕洋波
等编著. —北京:机械工业出版社,2010.2
ISBN 978-7-111-29625-6

I. U… II. 吕… III. ①动力学分析—应用软件, UG NX
7.0②有限元分析—应用软件, UG NX 7.0 IV. 0655.9
0241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 013318 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:曲彩云 责任编辑:曲彩云

责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 24.5 印张 · 604 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29625-6

ISBN 978-7-89451-417-2 (光盘)

定价:53.00 元 (含 1DVD)

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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

Unigraphics Solutions 公司（简称 UGS）是全球著名的 MCAD 供应商，主要为汽车与交通、航空航天、日用消费品、通用机械及电子工业等领域通过其虚拟产品开发（VPD）的理念提供多级化的、集成的、企业级的包括软件产品与服务在内的完整的 MCAD 解决方案。其主要的 CAD 产品是 UG。

UG 每次的最新版本都代表了当时先进制造的发展前沿，很多现代设计方法和理念都能较快地在新版本中反映出来。这次发布的最新版本——UG NX 7.0 在很多方面都进行了改进和升级，例如并行工程中的几何关联设计、参数化设计等。

UG 软件是一个集成化的 CAD/CAE/CAM 系统软件，它为工程设计人员提供了非常强大的应用工具，这些工具可以对产品进行设计（包括零件设计和装配设计）、工程分析（有限元分析和运动机构分析）、绘制工程图、编制数控加工程序等。

近年来，随着 UG 软件在中国市场的日益普及，人们对 UG 软件的强大功能逐步产生深入认识，UG 软件也在各行各业，尤其是工业领域得到了广泛的应用。为了满足广大读者学习了解 UG 软件功能的需要，在目前的图书市场上，各大出版机构推出了大量的 UG 学习图书，但在这些图书中，几乎没有一本是专门针对 UG 的 CAE 分析功能展开讲解的。基于人们对 UG 软件 CAE 功能学习的迫切需要与相关学习资料短缺的矛盾考虑，我们组织各大科研院所相关领域的专家和学者编写了本书。他们具有深厚的理论基础和丰富的软件应用经验，将自身的经验和智慧融入字里行间。希望本书的推出能为广大读者带来裨益。

本书主要针对 UG NX7.0 的强大分析功能而编写，通过大量丰富的实例全面讲解 UG NX6.0 在动力学分析和有限元分析领域的应用和功能。全书共分为两篇，第 1 篇为动力学分析篇，本篇主要介绍 UG NX7.0 动力学分析的一些基础知识和操作实例，包括仿真基础，连杆、质量及材料，运动副，传动副，约束，力的创建，连接器，仿真结果输出，机构检查，XY 函数编辑器，模型优化，动力学分析综合实例等知识。第 2 篇为有限元分析篇，本篇主要介绍 UG NX7.0 有限元分析的一些基础知识和操作实例，包括模型分析准备，建立有限元模型，有限元模型的编辑，分析和查看结果，球摆分析综合实例等知识。

本书适合于高等院校工科相关专业本科高年级学生和研究生作为计算机辅助分析应用的自学教材，也可以作为科研技术人员的辅助参考资料。

为了方便读者的学习，本书配备了一张多媒体随书光盘，包含了全书所有实例操作的源文件和结果文件，以及全部实例操作过程录音讲解录屏 AVI 文件，可以帮助读者更加形象直观地学习本书。

本书由三维书屋工作室总策划，主要由吕洋波、胡仁喜、吕小波编写。刘昌丽、张俊生、周冰、董伟、李瑞、王兵学、王艳池、王培合、李鹏、王渊峰、袁涛、王玉秋、赵永玲、王佩楷、王敏、张日晶、王义发、阳平华、郑长松、熊慧、路纯红、刘红宁等参加了部分章节的编写工作。

由于时间仓促，作者水平有限，疏漏之处在所难免，希望广大读者发邮件（win760520@126.com）提出宝贵的批评意见。

作者

目 录

前言	2
第1篇 动力学分析篇	2
第1章 运动仿真基础	2
1.1 运动分析概述	2
1.1.1 什么是运动分析	2
1.1.2 运动仿真的实现	3
1.1.3 Gruebler	3
1.2 运动分析的进入和执行	4
1.2.1 进入仿真模块	5
1.2.2 执行运动分析	5
1.3 运动仿真选项	7
1.3.1 运动仿真界面	7
1.3.2 运动仿真导航器	7
1.3.3 运动工具栏	8
1.3.4 动画控制工具栏	10
1.4 NX7.0 平台	11
1.4.1 操作系统要求	11
1.4.2 硬件要求	11
1.4.3 系统约定	12
1.5 练习题	13
第2章 连杆、质量及材料	14
2.1 连杆的定义	14
2.1.1 创建连杆	14
2.1.2 质量特性	15
2.1.3 定义质量特性	16
2.2 材料	17
2.2.1 调用材料	17
2.2.2 定义材料	18
2.2.3 材料库	19
2.3 练习题	20
第3章 运动副	21
3.1 运动副的定义	21
3.2 创建运动副	24
3.2.1 创建运动副的步骤	24
3.2.2 创建咬合连杆	25
3.2.3 固定副	27
3.2.4 旋转副	27

3.2.5	滑动副	30
3.2.6	圆柱副	33
3.2.7	球面副	36
3.2.8	万向节副	38
3.2.9	平面副	44
3.2.10	螺旋副	46
3.3	实例——三连杆运动机构	50
3.3.1	创建连杆	50
3.3.2	创建运动副	51
3.3.3	动画分析	55
3.4	实例——冲床模型	55
3.4.1	装配转盘	56
3.4.2	装配冲头	59
3.4.3	创建连杆与运动副	60
3.4.4	动画分析	64
3.4.5	优化模型	65
3.5	实例——台虎钳模型	66
3.5.1	创建连杆和运动副	66
3.5.2	创建台虎钳动画	68
3.6	练习题	69
第4章	传动副	70
4.1	创建传动副	70
4.1.1	齿轮副	70
4.1.2	创建齿轮副	71
4.1.3	创建蜗轮蜗杆运动	72
4.1.4	齿轮齿条副	76
4.1.5	创建齿轮齿条副	76
4.1.6	线缆副	77
4.1.7	滑轮模型	77
4.2	实例——二级减速器	82
4.2.1	创建连杆和旋转副	82
4.2.2	创建齿轮副与动画	84
4.3	实例——汽车转向机构	85
4.3.1	创建连杆	85
4.3.2	创建运动副	87
4.3.3	创建齿轮齿条副	90
4.3.4	运动分析	90
4.4	实例——汽车刮雨器	92
4.4.1	创建连杆	92

4.4.2	创建运动副	94
4.4.3	创建传动副	97
4.5	练习题	100
第5章	约束	101
5.1	创建约束	101
5.1.1	点在曲线上	101
5.1.2	创建点在曲线上	102
5.1.3	线在线上	104
5.1.4	创建线在线上	105
5.1.5	点在曲面上	107
5.1.6	创建点在曲面上	107
5.2	实例——玻璃切割机模型	111
5.2.1	创建连杆和运动副	111
5.2.2	创建约束	114
5.2.3	结果分析	114
5.3	实例——仿型运动机构	116
5.3.1	运动要求及分析思路	116
5.3.2	创建辅助对象	117
5.3.3	创建连杆	119
5.3.4	创建运动副	120
5.3.5	创建约束	123
5.3.6	运动分析	123
5.4	练习题	124
第6章	力的创建	126
6.1	载荷	126
6.1.1	标量力	127
6.1.2	创建标量力	128
6.1.3	矢量力	130
6.1.4	创建矢量力	131
6.1.5	创建标量扭矩	134
6.1.6	矢量扭矩	136
6.1.7	创建矢量扭矩	137
6.2	重力与摩擦力	140
6.2.1	重力	140
6.2.2	摩擦力	141
6.2.3	实例——摩擦力试验	143
6.3	练习题	146
第7章	连接器	147
7.1	弹性连接	147

7.1.1	弹簧	147
7.1.2	弹簧力	148
7.1.3	创建拉伸弹簧	148
7.1.4	创建扭转弹簧	150
7.1.5	弹簧柔性变形动画	154
7.1.6	衬套	157
7.1.7	创建衬套	158
7.2	阻尼连接	162
7.2.1	阻尼	162
7.2.2	创建阻尼	162
7.3	接触单元	165
7.3.1	2D 接触	165
7.3.2	创建 2D 接触	166
7.3.3	3D 接触原理	167
7.3.4	创建 3D 接触	169
7.4	离合器	171
7.4.1	离合器运动分析	171
7.4.2	创建连杆	172
7.4.3	创建运动副	173
7.4.4	创建连接器与力	176
7.4.5	动画分析	178
7.4.6	图表输出	179
7.5	实例——撞击试验	181
7.5.1	创建连杆	181
7.5.2	创建运动副	182
7.5.3	创建力与连接器	183
7.5.4	创建动画	185
7.5.5	修正参数	186
7.5.6	图表输出	188
7.6	练习题	189
第 8 章	仿真结果输出	191
8.1	动画分析	191
8.1.1	常规驱动	191
8.1.2	关节运动	192
8.1.3	电子表格驱动	196
8.1.4	静力平衡	196
8.1.5	求解器参数	198
8.2	电子表格	198
8.2.1	电子表格和系统平台	198

8.2.2	创建和编辑电子表格	199
8.2.3	电子表格驱动模型	201
8.3	图表输出	203
8.3.1	NX 图表输出	203
8.3.2	电子表格输出	208
8.4	创建照片与视频	209
8.4.1	创建照片	210
8.4.2	创建视频	211
8.5	练习题	211
第 9 章	机构检查	212
9.1	封装选项	212
9.1.1	干涉检查	212
9.1.2	测量	216
9.1.3	追踪	218
9.2	标记	222
9.2.1	标记	222
9.2.2	智能点	225
9.2.3	传感器	227
9.3	实例——剪式千斤顶	229
9.3.1	运动要求及分析思路	230
9.3.2	创建连杆	231
9.3.3	创建剪式机构运动副	232
9.3.4	创建螺杆机构运动副	235
9.3.5	干涉检查	239
9.3.6	转速和顶起速度的图表	241
9.3.7	测量最大顶起高度	243
9.4	练习题	245
第 10 章	XY 函数编辑器	246
10.1	运动函数	246
10.1.1	多项式函数	246
10.1.2	简谐运动函数	249
10.1.3	间歇函数	252
10.2	AFU 格式表	255
10.2.1	对话框选项	255
10.2.2	使用随机数字	257
10.2.3	执行波形扫描	260
10.2.4	从栅格数字化	262
10.2.5	从数据（绘图）数字化	264
10.2.6	从文本（电子表格）编辑器键入	265

10.3	实例——料斗运动	268
10.3.1	分析思路	268
10.3.2	定义连杆	270
10.3.3	创建料斗函数	271
10.3.4	创建外壳函数	273
10.3.5	创建辅助连杆函数	275
10.3.6	运动分析	276
10.3.7	干涉检查	280
10.3.8	创建视频	281
10.4	练习题	281
第 11 章	模型优化	283
11.1	实例——起重机模型优化	283
11.1.1	定义载荷	283
11.1.2	运动分析	285
11.1.3	编辑主模型尺寸	286
11.1.4	更新主模型	287
11.2	练习题	288
第 12 章	动力学分析综合实例	289
12.1	实例——注塑模	289
12.1.1	运动要求及分析思路	289
12.1.2	创建连杆	290
12.1.3	动模动作	292
12.1.4	滑块动作	294
12.1.5	顶针板动作	295
12.1.6	顶出杆动作	298
12.1.7	动画分析	300
12.1.8	图表输出	301
12.2	实例——落地扇	303
12.2.1	运动要求及分析思路	303
12.2.2	创建连杆	303
12.2.3	运动副	305
12.2.4	创建传动副	307
12.2.5	动画分析	310
12.3	练习题	311
第 2 篇	有限元分析篇	
第 13 章	有限元分析准备	313
13.1	分析模块的介绍	313
13.2	有限元模型和仿真模型的建立	314
13.3	求解器和分析类型	315

13.3.1	求解器	315
13.3.2	分析类型	315
13.4	模型准备	316
13.4.1	理想化几何体	316
13.4.2	移除几何特征	317
13.4.3	分割模型	318
13.4.4	中面	319
13.4.5	缝合	322
13.4.6	分割面	322
13.5	练习题	323
第 14 章	建立有限元模型	324
14.1	材料属性	324
14.2	添加载荷	327
14.2.1	载荷类型	328
14.2.2	载荷添加矢量	328
14.2.3	载荷添加方案	329
14.3	边界条件的加载	330
14.3.1	边界条件类型	330
14.3.2	约束类型	330
14.4	划分网格	331
14.4.1	网格类型	331
14.4.2	零维网格	332
14.4.3	一维网格	333
14.4.4	一维单元截面	333
14.4.5	二维网格	335
14.4.6	3D 四面体网格	336
14.4.7	3D 扫描网格	337
14.4.8	接触网格	338
14.4.9	曲面接触网格	339
14.5	创建解法	340
14.5.1	解算方案	341
14.5.2	耐久性解算方案	341
14.5.3	步骤-子工况	342
14.6	练习题	342
第 15 章	有限元模型的编辑	343
15.1	分析模型的编辑	343
15.1.1	抑制特征	343
15.1.2	释放特征	344
15.1.3	编辑有限元特征参数	344

15.1.4	主模型尺寸编辑	345
15.2	单元操作	345
15.2.1	拆分壳	346
15.2.2	合并三角形单元	346
15.2.3	移动节点	347
15.2.4	删除单元	347
15.2.5	创建单元	347
15.2.6	单元拉伸	348
15.2.7	单元回转	349
15.2.8	单元复制和平移	350
15.2.9	单元复制和投影	350
15.2.10	单元复制和反射	351
15.3	属性编辑器	351
15.3.1	体属性编辑	352
15.3.2	网格属性编辑	352
15.4	仿真模型的检查	352
15.4.1	单元形状检查	353
15.4.2	单元轮廓检查	353
15.4.3	节点检查	354
15.4.4	2D 单元法向检查	354
15.5	节点/单元信息	354
15.6	仿真信息总结	355
15.7	练习题	356
第 16 章	分析和查看结果	357
16.1	分析	357
16.1.1	求解	357
16.1.2	分析作业监视器	358
16.2	后处理控制	359
16.2.1	后处理视图	359
16.2.2	标识(确定结果)	361
16.2.3	标记开/关	361
16.2.4	动画	362
16.3	实例——柱塞有限元分析	362
16.3.1	有限元模型的建立	362
16.3.2	求解	366
16.3.3	后处理	366
16.4	练习题	368
第 17 章	球摆分析综合实例	369
17.1	模型的建立	369

241	17.2 模型装配	370
242	17.3 运动分析	372
243	17.4 结构分析	374
244	17.5 练习题	377
245	.....	378
246	.....	379
247	.....	380
248	.....	381
249	.....	382
250	.....	383
251	.....	384
252	.....	385
253	.....	386
254	.....	387
255	.....	388
256	.....	389
257	.....	390
258	.....	391
259	.....	392
260	.....	393
261	.....	394
262	.....	395
263	.....	396
264	.....	397
265	.....	398
266	.....	399
267	.....	400
268	.....	401
269	.....	402
270	.....	403
271	.....	404
272	.....	405
273	.....	406
274	.....	407
275	.....	408
276	.....	409
277	.....	410
278	.....	411
279	.....	412
280	.....	413
281	.....	414
282	.....	415
283	.....	416
284	.....	417
285	.....	418
286	.....	419
287	.....	420
288	.....	421
289	.....	422
290	.....	423
291	.....	424
292	.....	425
293	.....	426
294	.....	427
295	.....	428
296	.....	429
297	.....	430
298	.....	431
299	.....	432
300	.....	433
301	.....	434
302	.....	435
303	.....	436
304	.....	437
305	.....	438
306	.....	439
307	.....	440
308	.....	441
309	.....	442
310	.....	443
311	.....	444
312	.....	445
313	.....	446
314	.....	447
315	.....	448
316	.....	449
317	.....	450
318	.....	451
319	.....	452
320	.....	453
321	.....	454
322	.....	455
323	.....	456
324	.....	457
325	.....	458
326	.....	459
327	.....	460
328	.....	461
329	.....	462
330	.....	463
331	.....	464
332	.....	465
333	.....	466
334	.....	467
335	.....	468
336	.....	469
337	.....	470
338	.....	471
339	.....	472
340	.....	473
341	.....	474
342	.....	475
343	.....	476
344	.....	477
345	.....	478
346	.....	479
347	.....	480
348	.....	481
349	.....	482
350	.....	483
351	.....	484
352	.....	485
353	.....	486
354	.....	487
355	.....	488
356	.....	489
357	.....	490
358	.....	491
359	.....	492
360	.....	493
361	.....	494
362	.....	495
363	.....	496
364	.....	497
365	.....	498
366	.....	499
367	.....	500
368	.....	501
369	.....	502
370	.....	503
371	.....	504
372	.....	505
373	.....	506
374	.....	507
375	.....	508
376	.....	509
377	.....	510
378	.....	511
379	.....	512
380	.....	513
381	.....	514
382	.....	515
383	.....	516
384	.....	517
385	.....	518
386	.....	519
387	.....	520
388	.....	521
389	.....	522
390	.....	523
391	.....	524
392	.....	525
393	.....	526
394	.....	527
395	.....	528
396	.....	529
397	.....	530
398	.....	531
399	.....	532
400	.....	533
401	.....	534
402	.....	535
403	.....	536
404	.....	537
405	.....	538
406	.....	539
407	.....	540
408	.....	541
409	.....	542
410	.....	543
411	.....	544
412	.....	545
413	.....	546
414	.....	547
415	.....	548
416	.....	549
417	.....	550
418	.....	551
419	.....	552
420	.....	553
421	.....	554
422	.....	555
423	.....	556
424	.....	557
425	.....	558
426	.....	559
427	.....	560
428	.....	561
429	.....	562
430	.....	563
431	.....	564
432	.....	565
433	.....	566
434	.....	567
435	.....	568
436	.....	569
437	.....	570
438	.....	571
439	.....	572
440	.....	573
441	.....	574
442	.....	575
443	.....	576
444	.....	577
445	.....	578
446	.....	579
447	.....	580
448	.....	581
449	.....	582
450	.....	583
451	.....	584
452	.....	585
453	.....	586
454	.....	587
455	.....	588
456	.....	589
457	.....	590
458	.....	591
459	.....	592
460	.....	593
461	.....	594
462	.....	595
463	.....	596
464	.....	597
465	.....	598
466	.....	599
467	.....	600
468	.....	601
469	.....	602
470	.....	603
471	.....	604
472	.....	605
473	.....	606
474	.....	607
475	.....	608
476	.....	609
477	.....	610
478	.....	611
479	.....	612
480	.....	613
481	.....	614
482	.....	615
483	.....	616
484	.....	617
485	.....	618
486	.....	619
487	.....	620
488	.....	621
489	.....	622
490	.....	623
491	.....	624
492	.....	625
493	.....	626
494	.....	627
495	.....	628
496	.....	629
497	.....	630
498	.....	631
499	.....	632
500	.....	633
501	.....	634
502	.....	635
503	.....	636
504	.....	637
505	.....	638
506	.....	639
507	.....	640
508	.....	641
509	.....	642
510	.....	643
511	.....	644
512	.....	645
513	.....	646
514	.....	647
515	.....	648
516	.....	649
517	.....	650
518	.....	651
519	.....	652
520	.....	653
521	.....	654
522	.....	655
523	.....	656
524	.....	657
525	.....	658
526	.....	659
527	.....	660
528	.....	661
529	.....	662
530	.....	663
531	.....	664
532	.....	665
533	.....	666
534	.....	667
535	.....	668
536	.....	669
537	.....	670
538	.....	671
539	.....	672
540	.....	673
541	.....	674
542	.....	675
543	.....	676
544	.....	677
545	.....	678
546	.....	679
547	.....	680
548	.....	681
549	.....	682
550	.....	683
551	.....	684
552	.....	685
553	.....	686
554	.....	687
555	.....	688
556	.....	689
557	.....	690
558	.....	691
559	.....	692
560	.....	693
561	.....	694
562	.....	695
563	.....	696
564	.....	697
565	.....	698
566	.....	699
567	.....	700
568	.....	701
569	.....	702
570	.....	703
571	.....	704
572	.....	705
573	.....	706
574	.....	707
575	.....	708
576	.....	709
577	.....	710
578	.....	711
579	.....	712
580	.....	713
581	.....	714
582	.....	715
583	.....	716
584	.....	717
585	.....	718
586	.....	719
587	.....	720
588	.....	721
589	.....	722
590	.....	723
591	.....	724
592	.....	725
593	.....	726
594	.....	727
595	.....	728
596	.....	729
597	.....	730
598	.....	731
599	.....	732
600	.....	733
601	.....	734
602	.....	735
603	.....	736
604	.....	737
605	.....	738
606	.....	739
607	.....	740
608	.....	741
609	.....	742
610	.....	743
611	.....	744
612	.....	745
613	.....	746
614	.....	747
615	.....	748
616	.....	749
617	.....	750
618	.....	751
619	.....	752
620	.....	753
621	.....	754
622	.....	755
623	.....	756
624	.....	757
625	.....	758
626	.....	759
627	.....	760
628	.....	761
629	.....	762
630	.....	763
631	.....	764
632	.....	765
633	.....	766
634	.....	767
635	.....	768
636	.....	769
637	.....	770
638	.....	771
639	.....	772
640	.....	773
641	.....	774
642	.....	775
643	.....	776
644	.....	777
645	.....	778
646	.....	779
647	.....	780
648	.....	781
649	.....	782
650	.....	783
651	.....	784
652	.....	785
653	.....	786
654	.....	787
655	.....	



第1章 运动仿真基础

本章导读



UG NX 运动仿真模块 (NX Motion Simulation) 可以对运动机构进行仿真。比如动画分析、干涉检查、图表输出等。从而验证运动机构设计的合理性。对运动机构进行优化。

第 1 篇

动力学分析篇

本篇主要介绍 UG NX7.0 动力学分析的一些基础知识和操作实例，包括仿真基础，连杆、质量及材料，运动副，传动副，约束，力的创建，连接器，仿真结果输出，机构检查，XY 函数编辑器，模型优化，动力学分析综合实例等知识。



图 1-1 机械手

1.1.1 什么是运动仿真

UG 运动仿真模块 (NX Motion Simulation) 用于建立运动机构模型，分析模型的运动。



第 1 章 运动仿真基础

内容导航



重点剖析

NX 运动仿真模块 (NX/Motion Simulation) 可以对运动机构进行分析。比如动画分析、干涉检查、图表输出等, 从而验证运动机构设计的合理性, 对运动机构进行优化。

- 了解 NX 运动仿真模块。
- 创建运动仿真、执行运动仿真。
- 认识运动仿真各工具栏、对话框作用。
- 了解 NX 软件对系统和硬件的要求。



1.1 运动分析概述

运动仿真是 NX7.0 数字仿真中的一个模块, 它能对任何二维或三维机构进行复杂的运动学分析、静力分析, 如图 1-1 所示。使用运动仿真的功能赋予模型的各个部件一定的运动学特性, 再在各个部件之间设立一定的连接关系即可建立一个运动仿真模型。



图 1-1 机械手

1.1.1 什么是运动分析

NX 运动仿真模块 (NX/Motion Simulation) 用于建立运动机构模型, 分析模型的运动

规律。运动仿真模块和主模型是分开保存,从而可以创建不同的运动仿真,而对主模型不产生影响。如果运动仿真优化完成,可以更新到主模型,完成优化的设计结果。通过运动仿真能完成以下内容:

- ❑ 创建各种运动副、传动机构、施加载荷等。
- ❑ 进行机构的干涉分析、距离、角度测量等。
- ❑ 追踪部件的运动轨迹。
- ❑ 输出部件的速度、加速度、位移和力等图表。

典型运动机构如图 1-2、图 1-3 所示。

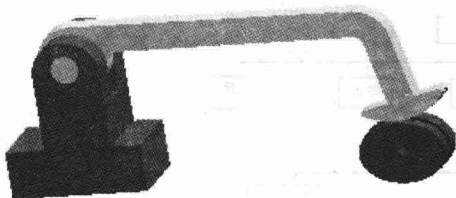


图 1-2 典型运动机构 (1)

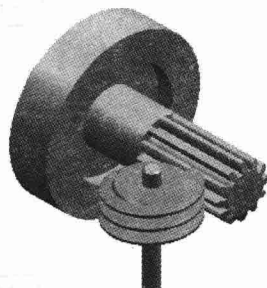


图 1-3 典型运动机构 (2)

1.1.2 运动仿真的实现

运动仿真部件文件由主模型文件组成,主模型可以是装配文件或单个文件。运动仿真的实现根据模型复杂程度可多可少,如图 1-4 所示。实现运动仿真的 5 个基本步骤如下:

- ❑ 建立一个运动仿真文件 (motion, 后缀为 sim)。
- ❑ 进行运动模型的构建,设置每个零件的连杆特性。
- ❑ 设置两个连杆间的运动副和添加载荷、传动副等。
- ❑ 进行运动参数的设置,提交运动仿真模型数据,解算运动仿真。
- ❑ 运动分析结果的数据输出。

1.1.3 Gruebler

对于单个运动副的自由度 (DOF) 很容易推算,如果是整个机构的运动自由度用 Gruebler 来表示。Gruebler 是一个近似的值,因为它没有考虑机构中所有的影响因素。解算器主要是考虑运动副的连接、方向确定自由度。当软件确定的自由度和 Gruebler 不一致时,会出现错误信息。

- ❑ 自由度大于零: 机构欠约束可以活动,它是动力学分析的对象。
- ❑ 自由度小于零: 机构全约束,一般的机构要达到的效果。一般是多个运动副和一个驱动组成。
- ❑ 自由度等于零: 机构过约束,机构设计的不妥当,解算会失败。

在运动机构中每增加连杆时自由度增加 6 个, 创建一个运动副时自由度会减少, 并在跟踪条的右方出现 Gruebler 提示 **Joint created - Gruebler count = 18**。Gruebler 的公式

$$\text{Gruebler} = L * 6 - \Sigma J - \Sigma I$$

式中 L 为连杆数目, ΣJ 为所有运动副去掉的自由度, 常见的运动副的自由度如表 1-1 所示, ΣI 为运动驱动数目。

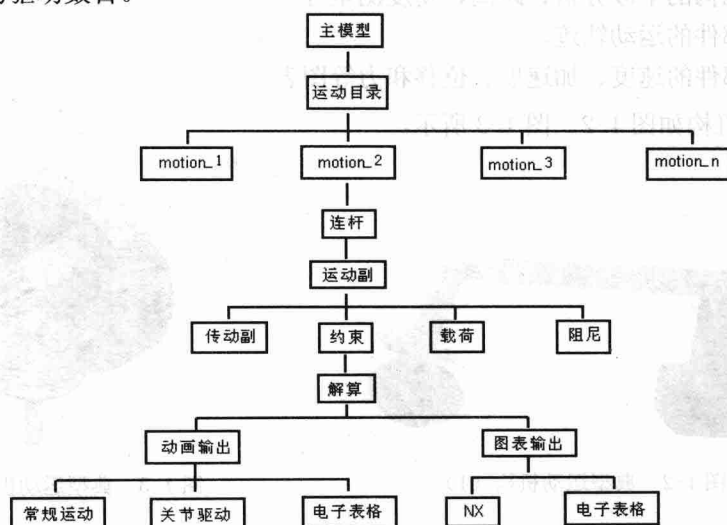


图 1-4 运动仿真结构

表 1-1 自由度

运动副	Joint	约束
固定副	Fixed	6
旋转副	Revolute	5
滑动副	Slider	5
圆柱副	Cylindrical	4
球面副	Spherical	3
万向节	Universal	4
平面的	Planar	3
螺旋副	Screw	1
齿轮副	Gear Joint	1
齿轮齿条副	Rack and pinion	1
线缆副	Cable Joint	2
点在曲线上	point-on-curve	2
线在线上副	curve on curve Joint	2
点在曲面上副	Point on Surface	3

1.2 运动分析的进入和执行

NX7.0 现在可以直接打开运动仿真文件(*.sim), 在先前发行版本中或 NX7.0 创建新的运动仿真时, 首先打开主模型部件, 启动“运动仿真”应用模块才能进入运动仿真。