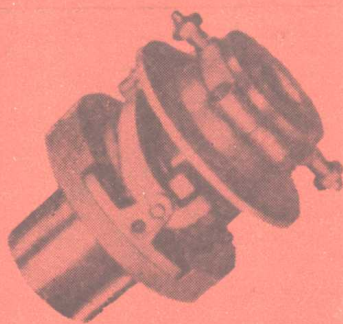
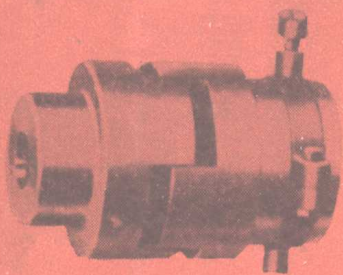
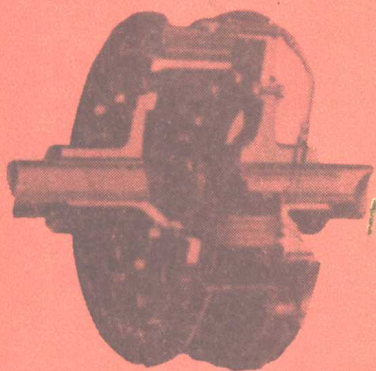
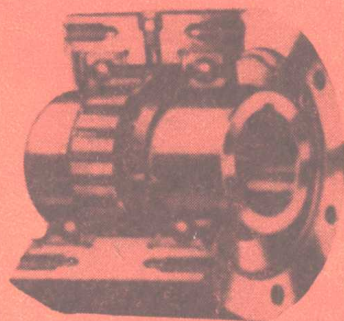
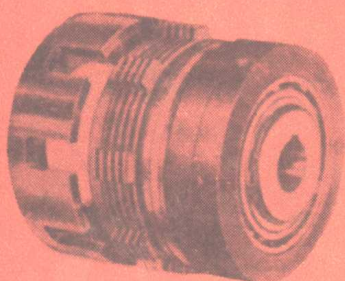
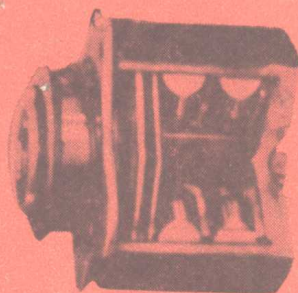
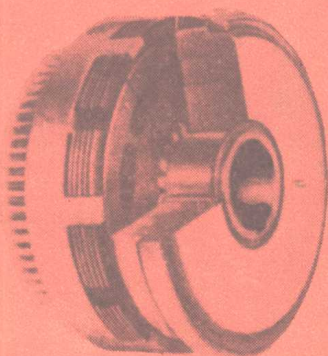
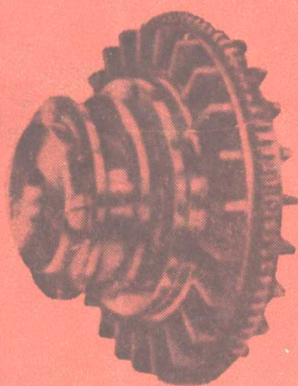
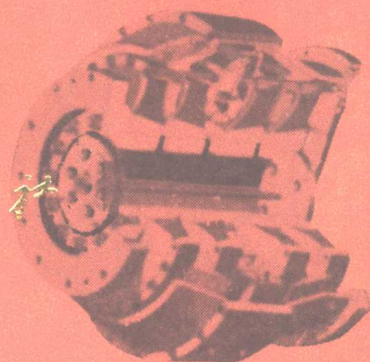
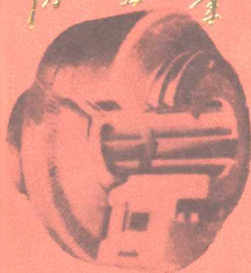




离合器结构图册



国防工业出版社



离合器结构图册

段广汉 舒森茂 编
王传贤 莫兆其

国防工业出版社

内 容 简 介

本图册编选了国内外较为先进或具有代表性的各类离合器(机械、气动、液压、电磁、超越、离心、安全)结构图例及其元件和操纵机构插图共三百五十余幅,并对其结构、使用范围以及优缺点作了简要说明,对部分离合器还附有系列尺寸和参数。可供从事机械设计的工程技术人员以及高等院校机械设计专业的教学人员参考。

离 合 器 结 构 图 册

段广汉 舒森茂
王传贤 莫兆其 编

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张24 插页2 557千字
1985年5月第一版 1985年5月第一次印刷 印数: 00,001—10,300册
统一书号: 15034·2717 定价: 5.45元

前 言

离合器是机械传动系统中一种重要的传动装置，它广泛用于矿山、冶金、航空、兵器、水电、化工、轻纺、食品和交通运输各个部门。由于不同的使用要求，所以离合器的种类繁多。我们根据收集到的实物、资料、图书和样本，编选了国内外较为先进或具有代表性的离合器结构图例及其元件和操纵机构插图共三百五十余幅汇编成图册，并附有简要的结构说明。这些离合器在不同的传动装置中得到实际应用。

机械设计是各种基本学科的综合应用，传统的机械设计过程一般是根据提出的任务经过方案拟定、分析计算、结构设计和绘图、编制文件等过程。随着现代科学技术的发展，近年来机械设计方法已经由传统的机械设计方法逐步走向现代设计方法，例如计算机辅助设计、最优化设计、机械可靠性设计和模拟设计等。但是，无论是传统的机械设计方法还是现代设计方法，设计人员都有一个结构设计的构思过程，结构设计的合理与否，直接影响到机器工作的质量、寿命和效率。在设计过程中，设计人员往往要花较大的精力和充足的时间来思考适应机器性能的机械结构，而设计出来的结构还需要在实践中去检验它是否合理和有效。因此，在机械设计过程中充分利用和参考现有成熟的结构，必将加快设计进度，缩短设计周期。编写本图册的目的，就是在目前有关机械结构方面书籍较少情况下，提供从事机械设计的工程技术人员，在设计工作中作为参考。

本图册共分九章：第一章概述，着重阐述离合器的设计和选用的原则；第二章介绍各类离合器共用元件和操纵机构；第三章到第九章是参照机械工程手册离合器的分类法，分别汇集了各类离合器，并扼要介绍了各类离合器的特性和使用范围。对其中常用且具有代表性的离合器附有系列尺寸和参数。对于各类离合器的计算，本图册中没有列入，可参看《机械工程手册》等有关书籍。

本图册在编写过程中，曾经尤绍楠、易乃恒、沈恩培同志审阅并提出宝贵意见；编者所在单位的不少同志也给予很大支持和帮助，在此表示衷心感谢！由于我们水平不高，定有不完善或错误的地方，请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概 述

§ 1 离合器的用途及分类	1
§ 2 离合器的工作过程	2
§ 3 影响离合器工作性能的 几种因素	2
§ 4 离合器的设计和选择	4
§ 5 离合器的使用和维护	10

第二章 离合器的工作元件及 常用机构

§ 1 啮合元件	11
§ 2 摩擦副元件	15
§ 3 离合器的操纵机构	26
§ 4 间隙调整机构及分片机构	33
§ 5 气液馈送机构	40

第三章 机械离合器

§ 1 应用和分类	45
§ 2 结构图例	46
1. 带辊子接合机构的牙嵌离合器	46
2. 滑销离合器	47
3. 双转键离合器	48
4. 插销离合器	49
5. 弹簧插销离合器	49
6. 齿轮离合器	50
7. 带离心杠杆的单盘离合器	50
8. 带抗扭转弹簧的单盘离合器	52
9. 轻型拖拉机用的单盘离合器	53
10. 带弹性支承的单盘离合器	54
11. 带弧形齿联轴器的单盘离合器	56
12. 汽车用的单盘离合器	58
13. 大型拖拉机用的单盘离合器	58
14. 碟簧压紧式单盘离合器(一)	60
15. 碟簧压紧式单盘离合器(二)	60
16. 碟簧压紧式单盘离合器(三)	61
17. 常开式碟簧压紧单盘离合器	62
18. 带操纵机构的单盘离合器	62

19. 双作用单盘离合器(一)	64
20. 双作用单盘离合器(二)	65
21. 双作用碟簧压紧式单盘离合器	66
22. 大型双作用碟簧压紧式 单盘离合器	67
23. 杠杆压紧式单盘离合器	69
24. 常开式双盘离合器	70
25. 刚性杠杆压紧式双盘离合器	71
26. 带辊子接合机构的双盘离合器	72
27. 中型履带车辆用的双盘离合器	74
28. 双联双盘离合器	76
29. 带铰链杠杆的双联双盘离合器	77
30. 多片离合器(一)	78
31. 多片离合器(二)	79
32. 多片离合器(三)	80
33. 多片离合器(四)	80
34. 铰链杠杆压紧式多片离合器	81
35. 带辊子接合机构的多片离合器	82
36. 多片离合器-制动器	84
37. 带辊子接合机构的多片 双联离合器	86
38. 带反压杠杆的多片双联离合器	87
39. 带切向杠杆的多片双联离合器	88
40. 多盘转向离合器(一)	89
41. 多盘转向离合器(二)	90
42. 多片转向离合器(一)	90
43. 多片转向离合器(二)	92
44. 多片转向离合器(三)	93
45. 多片转向离合器(四)	94
46. 单锥体离合器	95
47. 双锥盘离合器(一)	96
48. 双锥盘离合器(二)	97
49. 双锥盘离合器(三)	98
50. 双锥盘离合器(四)	98
51. 双锥盘离合器(五)	100
52. 双锥盘离合器(六)	101
53. 双联双锥盘离合器	102

54. 涨圈式摩擦离合器	103
55. 扭簧式摩擦离合器	104
56. 闸带式摩擦离合器	104
57. 闸块式摩擦离合器	106
58. 块式摩擦离合器	107

第四章 气动离合器

§ 1 特点和应用	108
§ 2 分类	108
§ 3 气路系统	111
§ 4 结构图例	112
1. 活塞式圆盘摩擦块离合器	112
2. 活塞式单盘离合器(一)	113
3. 活塞式单盘离合器(二)	114
4. 活塞式单盘离合器-制动器(一)	115
5. 活塞式单盘离合器-制动器(二)	116
6. 活塞式多盘离合器-制动器(一)	117
7. 活塞式多盘离合器-制动器(二)	118
8. 活塞式多盘离合器(一)	119
9. 活塞式多盘离合器(二)	120
10. 环形缸多盘离合器(一)	120
11. 环形缸多盘离合器(二)	122
12. 环形缸多盘离合器(三)	123
13. 环形缸多盘离合器(四)	123
14. 环形缸多盘离合器(五)	124
15. 环形缸多盘离合器(六)	124
16. 环形缸多盘离合器(七)	126
17. 环形缸单盘离合器-制动器(一)	127
18. 环形缸单盘离合器-制动器(二)	127
19. 环形缸单盘离合器-制动器(三)	128
20. 环形缸摩擦块离合器-制动器	129
21. 双锥气动离合器(一)	130
22. 双锥气动离合器(二)	132
23. 隔膜缸单盘离合器	133
24. 隔膜式摩擦离合器	134
25. 隔膜式摩擦离合器-制动器(一)	135
26. 隔膜式摩擦离合器-制动器(二)	136
27. 隔膜式摩擦块离合器	136
28. 径向内收式气胎离合器	138
29. 径向闸瓦内收式气胎离合器	139
30. 径向闸瓦内收式气胎离合器	140
31. 径向外胀式气胎离合器	140
32. 径向闸瓦外胀式气胎离合器	141

33. 径向内收式气胎离合器(一)	142
34. 径向内收式气胎离合器(二)	144
35. 径向内收式离合器和外胀式 制动器组成的联合结构	146
36. 双盘轴向气胎离合器(一)	147
37. 双盘轴向气胎离合器(二)	148
38. 强制水冷却圆盘轴向气胎离合器	149

第五章 液压离合器

§ 1 特点和分类	150
§ 2 结构图例	150
1. 活塞缸旋转式离合器(一)	150
2. 活塞缸旋转式离合器(二)	152
3. 活塞缸旋转式离合器(三)	152
4. 活塞缸旋转式离合器(四)	154
5. 活塞缸旋转式离合器(五)	154
6. 活塞缸旋转式离合器(六)	155
7. 活塞缸旋转式离合器(七)	156
8. 活塞缸旋转式离合器(八)	157
9. 活塞缸旋转式离合器(九)	158
10. 大型液压多片离合器	159
11. 活塞缸固定式离合器(一)	160
12. 活塞缸固定式离合器(二)	161
13. 活塞缸固定式离合器(三)	162
14. 活塞缸固定式离合器(四)	162
15. 活塞缸固定式离合器(五)	164
16. 活塞缸固定式离合器(六)	165
17. 活塞缸固定式离合器(七)	166
18. 活塞缸固定式离合器(八)	166
19. 活塞缸固定式离合器(九)	168
20. 活塞缸固定常闭式离合器(一)	169
21. 活塞缸固定常闭式离合器(二)	170
22. 离合器-制动器组合结构(一)	171
23. 离合器-制动器组合结构(二)	172
24. 离合器-制动器组合结构(三)	173
25. 离合器-制动器组合结构(四)	174
26. 离合器-制动器组合结构(五)	175

第六章 电磁离合器

§ 1 特点和应用	176
§ 2 分类	176
§ 3 结构图例	177
1. 带滑环牙嵌电磁离合器(一)	177
2. 带滑环牙嵌电磁离合器(二)	179

3. 带滑环牙嵌电磁离合器 (三)	180	电磁离合器	214
4. 带滑环牙嵌电磁离合器 (四)	181	38. DLM5系列湿式多片摩擦	
5. DLY1系列牙嵌电磁离合器	182	电磁离合器	216
6. 无滑环牙嵌电磁离合器 (一)	183	39. 双滑环多片摩擦电磁离合器	218
7. 无滑环牙嵌电磁离合器 (二)	184	40. 带双滑环多片摩擦电磁离合器	219
8. 无滑环牙嵌电磁离合器 (三)	185	41. 常闭式带滑环多片摩擦	
9. 无滑环牙嵌电磁离合器 (四)	186	电磁离合器	220
10. 带滑环单盘摩擦电磁		42. 无滑环多片摩擦电磁离合器(一)	221
离合器 (一)	187	43. 无滑环多片摩擦电磁离合器(二)	222
11. 带滑环单盘摩擦电磁离合器(二)	188	44. 无滑环多片摩擦电磁离合器(三)	223
12. 带滑环单盘摩擦电磁离合器(三)	189	45. 无滑环多片摩擦电磁离合器(四)	224
13. 带滑环单盘摩擦电磁离合器(四)	190	46. DLM3 (DJM3) 系列无滑环多片	
14. 摩擦电磁离合器-制动器 (一)	191	摩擦电磁离合器	225
15. 摩擦电磁离合器-制动器 (二)	192	47. DLM4系列干式多片摩擦	
16. 摩擦电磁离合器-制动器 (三)	193	电磁离合器	226
17. 无滑环单盘摩擦电磁离合器(一)	194	48. 多片摩擦电磁离合器-	
18. 无滑环单盘摩擦电磁离合器(二)	195	制动器 (一)	228
19. 带皮带轮的无滑环单盘摩擦		49. 多片摩擦电磁离合器-	
电磁离合器 (一)	196	制动器 (二)	228
20. 带皮带轮的无滑环单盘摩擦		50. 多片摩擦电磁离合器-	
电磁离合器 (二)	196	制动器 (三)	230
21. 带链轮的无滑环单盘摩擦		51. 多片摩擦电磁离合器-	
电磁离合器	198	制动器 (四)	231
22. 整装式无滑环单盘摩擦		52. 多片摩擦电磁制动器	232
电磁离合器	199	53. 带滑环牙嵌、摩擦组合式	
23. 无滑环单盘摩擦电磁		电磁离合器	232
离合器-制动器 (一)	200	54. 无滑环牙嵌、摩擦组合式	
24. 无滑环单盘摩擦电磁		电磁离合器	234
离合器-制动器 (二)	201	55. 常闭式多片摩擦电磁制动器	235
25. 常开式单盘摩擦电磁制动器	202	56. 扭簧式电磁离合器	235
26. 单盘摩擦电磁制动器 (一)	203	57. 无滑环带永久磁铁的电磁离合器	237
27. 单盘摩擦电磁制动器 (二)	204	58. 衔铁-永久磁铁的单盘摩擦电磁	
28. 中型单盘摩擦电磁制动器	205	制动器 (离合器)	238
29. 锥形摩擦电磁制动器	206	59. 单极双间隙带滑环磁粉离合器	240
30. 带滑环多片摩擦电磁离合器 (一)	207	60. 带法兰盘有滑环磁粉离合器	241
31. 带滑环多片摩擦电磁离合器 (二)	208	61. 半自动磁粉离合器	242
32. 带滑环多片摩擦电磁离合器 (三)	208	62. 带滑环磁粉离合器	243
33. 带滑环多片摩擦电磁离合器 (四)	209	63. 无滑环磁粉离合器	244
34. 带滑环多片摩擦电磁离合器 (五)	210	64. 无滑环并联磁粉离合器	244
35. 带滑环多片摩擦电磁离合器 (六)	211	65. 无滑环水冷式磁粉离合器	246
36. DLM0 系列湿式多片摩擦电磁			
离合器	212	第七章 超越离合器	
37. DLM2系列湿式多片摩擦		§ 1 应用和分类	247
		§ 2 结构图例	256

1. 内齿和外齿式棘轮棘爪超越离合器	256	10. 间接作用弹簧楔块离心离合器	300
2. 外齿式棘轮超越离合器	257	11. 径向弹簧闸块离心离合器	301
3. 内齿式棘轮超越离合器	258	12. 圆周拉簧闸块离心离合器(一)	302
4. 滑销超越离合器	259	13. 圆周拉簧闸块离心离合器(二)	303
5. 单向超越离合器(一)	260	14. 铰链连杆弹簧式离心离合器	304
6. 单向超越离合器(二)	262	15. 锥面摩擦离心离合器	305
7. 单向超越离合器(三)	263	16. 径向弹簧离心离合器	306
8. 单向超越离合器(四)	264	17. 片簧闸块离心离合器	308
9. 单向超越离合器(五)	264	18. 带加压钢球离心离合器	309
10. 单向超越离合器(六)	265	19. 弹性橡胶离心离合器(一)	310
11. 单向超越离合器(七)	266	20. 弹性橡胶离心离合器(二)	311
12. 单向超越离合器(八)	267	21. 带液压缓冲装置的离心离合器	312
13. 单向超越离合器(九)	268	22. 带液压隔膜缸缓冲装置弹簧 闸块离心离合器	314
14. 单向超越离合器(十)	269	23. 钢珠离心离合器(一)	315
15. 多滚柱单向超越离合器	270	24. 钢珠离心离合器(二)	316
16. 带隔离环多滚柱单向超越离合器	271	25. 钢珠离心离合器(三)	317
17. 带弧齿的单向超越离合器	272		
18. 双向超越离合器	273	第九章 安全离合器	
19. 可控双向超越离合器	274	§ 1 特点和应用	318
20. 带棘轮和拨爪的双向超越离合器	274	§ 2 分类	318
21. 偏心圆弧超越离合器	276	§ 3 结构图例	320
22. 偏心滚子组成的楔块超越离合器	277	1. 带淬火钢套的剪销安全离合器	320
23. 组合式半滚子超越离合器	278	2. 径向剪销安全离合器	321
24. 双向楔块超越离合器	279	3. 剪销安全离合器	321
25. 非接触型楔块超越离合器(一)	280	4. 带万向接头剪销安全离合器	322
26. 非接触型楔块超越离合器(二)	281	5. 钢珠安全离合器(一)	322
27. 带摇杆超越离合器	282	6. 钢珠安全离合器(二)	324
28. 带螺旋花键的摩擦超越离合器	284	7. 钢珠安全离合器(三)	326
29. 同步自行移动超越离合器	285	8. 钢珠安全离合器(四)	327
		9. 钢珠安全离合器(五)	328
第八章 离心离合器		10. 钢珠安全离合器(六)	328
§ 1 特点和应用	286	11. 钢珠安全离合器(七)	330
§ 2 分类	287	12. 需人工复位的钢珠安全离合器	332
§ 3 结构图例	287	13. 牙嵌安全离合器(一)	333
1. 带衬里自由闸块离心离合器(一)	287	14. 牙嵌安全离合器(二)	334
2. 带衬里自由闸块离心离合器(二)	289	15. 单向滑销安全离合器	335
3. 带衬里自由闸块离心离合器(三)	290	16. 双排单向滑销安全离合器(一)	336
4. 两级起动反馈式离心离合器	291	17. 双排单向滑销安全离合器(二)	337
5. 两级起动离心离合器(一)	292	18. 多排双滑销安全离合器	338
6. 两级起动离心离合器(二)	294	19. 单盘安全离合器(一)	339
7. 铰链闸块离心离合器(一)	296	20. 单盘安全离合器(二)	340
8. 铰链闸块离心离合器(二)	298	21. 单盘安全离合器(三)	341
9. 双离心体弹簧闸块离心离合器	299		

22. 单盘安全离合器(四)	342	38. 多片安全离合器(三)	359
23. 单盘安全离合器(五)	343	39. 多片安全离合器(四)	360
24. 单盘安全离合器(六)	344	40. 多片安全离合器(五)	360
25. 单盘安全离合器(七)	345	41. 多片安全离合器(六)	362
26. 单盘安全离合器(八)	346	42. 多片安全离合器(七)	364
27. 单盘安全离合器(九)	348	43. 多片安全离合器(八)	365
28. 单盘安全离合器(十)	349	44. 多片安全离合器(九)	366
29. 单盘安全离合器(十一)	350	45. 浮动摩擦块式安全离合器	367
30. 单盘安全离合器(十二)	350	46. 双锥安全离合器(一)	368
31. 单盘安全离合器(十三)	352	47. 双锥安全离合器(二)	369
32. 单向单盘安全离合器(一)	353	48. 双锥安全离合器(三)	370
33. 单向单盘安全离合器(二)	354	49. 单锥安全离合器(一)	371
34. 带弹性联轴器的双盘安全离合器	355	50. 单锥安全离合器(二)	372
35. 双盘安全离合器	356	51. 圆周摩擦安全离合器(一)	372
36. 多片安全离合器(一)	357	52. 圆周摩擦安全离合器(二)	373
37. 多片安全离合器(二)	358	参考文献	376

第一章 概 述

§ 1 离合器的用途及分类

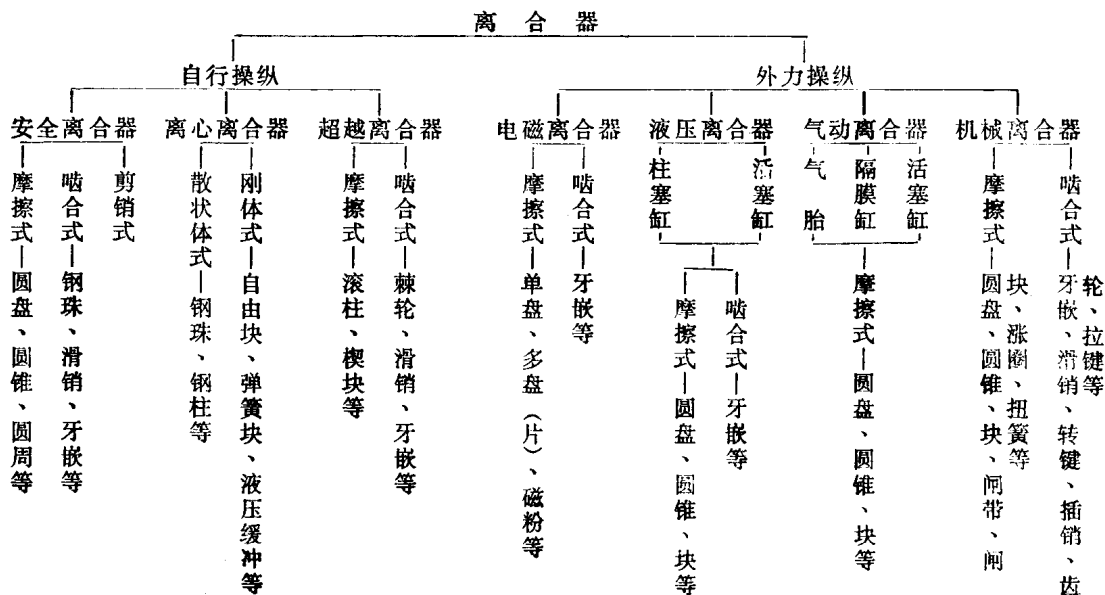
离合器是机械传动系统中一种重要的传动装置。主要用于原动机和工作机之间、机械内部的主动轴和从动轴之间实现运动和动力的传递和脱离。随着离合器结构的不断完善,它在各种机械中与其它装置相配合还可完成更多的工作。一般地说,离合器可以实现机械的起动和停车、齿轮箱速度的变换、传动轴间在运动中的同步和相互超越、机器起动时和超载时的安全保护,此外,还可以防止从动轴的逆转、控制传递扭矩的大小和满足接合时间等方面的要求。因此,离合器在各类机器设备中,诸如冶金、矿山、机械、航空、兵器、水电、化工、轻纺和交通运输等各个领域都得到十分广泛的应用。

离合器的传动原理主要是依靠本身的工作元件在接合时的啮合或摩擦作用来传递运动和扭矩,也有依靠磁力和液力来起连接作用的,如磁滞离合器和液力变矩器。但习惯上可以把磁滞离合器并入调速电机一类,而液力变矩器在分类上已不属于离合器,是另一类重要的传动装置。

随着现代工业的高速发展,离合器的种类日益繁多。由于使用要求不同,选择离合器的结构形式、操纵方式也就有所不同。为此,对离合器进行分类,以便了解离合器的构成状况。

离合器的分类方法一般是按接合元件的性质(如:分为啮合式、摩擦式);按操纵方式(如:分为外力操纵、自行操纵。外力操纵又可分为机械、气动、液压、电磁操纵

表1-1 离合器分类表



等);按元件数量(如:单盘、多盘);按离合器润滑方式(如:干式、湿式);按某些重要零件的有无(如:带弹簧、无弹簧,带滑环、无滑环);按冷却方式(如:普通型、气冷型、水冷型)等来分类。但到目前为止,还没有统一的方法,表1-1所示为结合常用习惯加以归纳的一种。

§2 离合器的工作过程

离合器的工作过程随操纵方式和接合元件的不同而有所不同。

使用最广泛的常开式可操纵离合器的工作过程一般为接合-工作-脱开的循环过程。首先是通过操纵装置(手柄、气缸、液压缸、电磁铁等)对接合元件的主动或从动部分施力,使两者作相对移动并啮合或压紧,靠啮合或摩擦传力使主动轴带动从动轴一起旋转,最后达到规定的转速并承担负载扭矩,这个过程就是接合过程。当需要脱开时,操纵装置按相反的方向作用,接合元件的主动件就可迅速和从动部分脱开。

对于常闭式可操纵离合器(例如汽车离合器),其工作过程和常开式有所不同,通常为工作-脱开-接合的循环过程。由于是常闭状态,所以使离合器经常处于承担负载的状态。只有在偶然或较短暂的时间条件下,才需要通过操纵装置加力使接合元件的主动部分和从动部分脱开,即操纵装置对主动接合元件所施的力为脱开力,而离合器所需的重新接合压紧力则是由弹簧力来实现的。

对于不需外力操纵的自动离合器,其工作过程可以是常开式的(如离心离合器),也可以是常闭式的(如安全离合器)。此种离合器改变原始接合状态的操纵力是来自其内部某些工作参数的变化,如离心离合器的接合依靠离心体在转动中获得的离心力;安全离合器的脱开依靠负载的变化获得超限定的扭矩;超越离合器的脱开依靠从动轴转速超过主动轴转速产生的脱开力等。

§3 影响离合器工作性能的几种因素

1. 原动机特性 不同的原动机具有不同的工作特性,它是影响离合器工作储备能力的一个重要因素,例如,使用最广泛的三相鼠笼式感应电动机具有较硬的机械特性,而活塞式内燃机则具有较软的机械特性。

硬特性的原动机在加载后速度并不降低或降低程度不大。只要起动扭矩(负载扭矩及惯性扭矩之和)不超过原动机的最大扭矩,在离合器的整个接合过程中,原动机的速度就不会降低。起动时的惯性扭矩,突出地表现在离合器主、从动摩擦片的相对打滑上。如果不希望或不允许起动时出现过长时间的打滑现象,就要增加离合器工作的储备能力,使其迅速接合,避免在高转差条件下相互摩擦。

软特性的原动机在加载后转速有较大的降低。离合器接合过程包括了原动机的降速过程,允许有较小的工作储备来工作,因为主、从动轴离合器是在较低的转差条件下接合,并在接合后共同以一较低的转速上升到预定转速的。

离合器的接合是在原动机起动后进行的,因此内燃机通常不能带负载起动,一般必须用离合器来实现与工作机的连接。

2. 负载特性 离合器需要传递的负载扭矩有两种,一种是工作机的正常工作负载,另一种是工作机起动时包括离合器从动部分在内的所有从动质量的惯性负载。如果在起

动时就有工作负载,则离合器需传递的扭矩就应包括在内。

工作机的负载情况是不同的,有的是比较均匀的负载(例如钻床、磨床),有的是冲击性负载(例如冲床、破碎机)。冲击性负载如果不采取有效缓冲措施,如设置飞轮等贮能装置,则会因离合器瞬时性负载增加而不得不加大离合器容量,因而需加大离合器的实际尺寸。

在起动时,所有从动件的惯量对离合器需传递扭矩的能力影响是很大的,特别是在高转差条件下,接合大的从动件惯量,惯性负载可以达到很可观的数值,有时甚至使工作负载与其对比之下显得微不足道。在接合过程中,如果要求接合时间过短,则可能导致离合器传递扭矩过大,因而不得不加大离合器的容量和尺寸;如果接合容量仅仅根据工作负载来选择,则导致离合器严重打滑或接合时间过长。

当机械工作时,系统所产生的扭转振动可能出现很大的振动负载,使离合器或其它传动件遭受破坏。振动的原因是系统受到周期性激振力的作用。这种激振力可以是原动机发出的(如活塞式内燃机),也可以是工作的脉冲负载。如果系统的固有振动频率和激振频率相等,就会产生共振性振动负载。传动轴的转速达到和轴系的临界转速时,就会引起共振。设计时传动轴的正常转速应当远离临界转速才能使离合器所在的轴系避免共振。对于重要的离合器应该考虑到振动的影响,通过计算采取必要的步骤以消除振动。

3. 离合器结构因素 影响最大的是接合元件的接合特性。离合器的接合元件分啮合和摩擦两大类,前者属于刚性接合,后者属于柔性接合。刚性接合的元件大都是具有相当硬度和强度的金属件,所以在离合器接合瞬时,啮合元件主、从动件之间不可避免地产生相当大的冲击载荷,特别是对转速和传递负载越大的情况下就更为严重。此种冲击载荷可导致接合元件的迅速损坏,首先进入啮合的部位尤其如此;此外,还会引起机械冲击和噪音,因此,刚性接合的离合器常用于主、从动轴相对转速不高的场合。否则需要预先在静止状态下进行接合并并在停车后才分离。

柔性接合和刚性接合不同,其传动原理主要是依靠接合元件间接触后的相互压紧,利用压紧后产生的摩擦力传递扭矩。此外允许在接合过程中有一定程度的打滑。虽然相对打滑在摩擦中会引起能量的损耗,使摩擦元件的温度迅速升高,甚至有可能发展到使元件遭受很大磨损导致损坏的程度,但是只要严格控制使用条件,仍能达到预定的寿命。柔性接合的优点是能够使从动部分的转速较缓慢地上升,减小机械冲击,使机器的工作状态比较平稳。但是,不能以恒定的传动比进行传动是柔性接合的一个缺点,而这方面又恰是刚性接合所具有的优点,这也是刚性离合器不能被代替的重要原因。所以,这两种接合形式的离合器要根据不同的工作要求来选择。

4. 操纵方式 不同的操纵方式也影响离合器的工作性能,而且在某种程度上也决定了离合器的使用范围。例如机械离合器,其操纵方法多数是靠人力通过杠杆或踏板进行,由于操纵力的限制,使机械离合器既不适应频率高的频繁操纵,也不能适应对大型离合器进行操纵,因而只限于操纵功率较小的机器设备,也不便于远离控制和自动控制。又如气动离合器其操纵通过压缩空气进行,由于结构简单,排气无污染,具有很大的操纵力,特别适宜对大型离合器的操纵,也适于远距离操纵,还允许在易爆环境中工作,气动离合器离合迅速,允许有较高的操纵频率。又如液压离合器,由于使用液压油,因

此,宜在方便润滑和不泄漏的齿轮箱类的箱体中工作;此外,由于具有工作液压力高,润滑和散热性好,体积小,接合时间短,可远距离操纵等特点,所以适用于传递大功率或大扭矩的场合。电磁离合器,由于接合元件直接受电磁吸力的控制,通过电路控制容易实现远距离操纵,易于并入电气自控系统中与其它机件联锁控制,达到快速动作,使接合性能得到进一步发挥。这些都是选择离合器时需加以考虑的。

5. 安装位置和精度 各种离合器由于结构特点和工作性能不同,常要求一定的安装位置和精度,否则也要影响其性能的发挥。例如,离心离合器利于安装在高速轴上而不利于装在低速轴上,安全离合器则较利于安装在低速轴上而不利于装在高速轴上等。因而应该根据离合器的特点,选择好合适的安装位置。又如,多数离合器不具有对两轴间的倾斜和不平行方面的补偿能力,必须注意保证必要的安装精度,否则就会影响离合器的正常工作和使用寿命。

§ 4 离合器的设计和选择

1. 根据工况确定离合器工作参数 在设计和选择离合器的过程中,可以列出满足离合器要求的各种工作参数,但是,离合器的负载工况也是多样的,每一种工况并不要求相同的参数,因此,应该根据工况条件着重选择必不可少的工作参数。

多数离合器在使用时的工作情况大致可以归纳为以下四类:

第一类 不时地起动和停止 即工作机每次起动后可以连续工作一段时间,例如,不超过每分钟起动4次到5次的可以属于这一类。离合器每次接合后工作中已不再打滑,这类工况比较单纯,主要的工作参数就是功率传递要求,离合器应满足需要传递的扭矩。

第二类 周期性起动和停止 离合器的离、合次数比较频繁,这一类工况要求离合除满足其需要传递的扭矩(按动扭矩考虑)外,还应该计及其持续发热情况,以及验算摩擦元件的温升。

第三类 长期连续打滑 这类工况使离合器长期处于摩擦发热的状态中,所以不仅要具有传递扭矩的能力,而且要计及持续发热情况和散热能力,使摩擦元件的温升保持稳定并低于允许的数值。

第四类 高惯性的起动 要求起动时间极短或离合器的从动部分惯量较大都属于这一类。这类工况使离合器的负载陡然增加,因而除了保证传递负载扭矩外,还需要考虑接合时的瞬间发热值,同时,也有必要考虑离合器的散热能力,使摩擦元件正常的工作。

2. 离合器结构形式的选择 离合器的种类是繁多的,有必要仔细了解各种形式的结构特点和适用范围,才能确定出所需要的离合器的结构形式。各种形式离合器的使用特点,将在各章中叙述。

3. 工作贮备系数 β 考虑到离合器在传递扭矩时的工作可靠性,在离合器的设计和选用中,通常需要选择适当的工作贮备系数 β (见表1-2)。

β 值的大小和原动机、工作机的性能以及离合器的结构形式等因素有关,选取该值应慎重,应该经过多方面的比较分析来最后选定。因为所取的 β 值过小,将延长接合时间,使摩擦元件过热,加速磨损,如果取得太大,就会使离合器的接合刚性增加,引起陡增,也使离合器尺寸加大,接合力增加。一般在选取 β 值时,对冲击负荷小、接合要

表1-2 离合器工作储备系数的概略值

机 械 类 别	β	机 械 类 别	β
金属切削机床	1.3~1.5	轻纺机械	1.2~2
曲柄式压力机械	1.1~1.3	农业机械	2~3.5
汽车、车辆	1.2~3	挖掘机械	1.2~2.5
拖拉机	1.5~3.5	钻探机械	2~4
船舶	1.3~2.5	活塞泵、通风机	1.3~1.7
起重运输机械	1.2~1.5	冶金矿山机械	1.8~3.2

求平稳的离合器宜取表中较小的值；对冲击负荷大，或者要求迅速接合的离合器宜取较大的值。

4. 离合器的起动过程与接合时间 为了确定离合器的接合时间、发热和温升以及摩擦功，首先需要了解摩擦离合器的起动过程。

离合器的起动过程是离合器在接合过程中，主、从动侧的能量、运动的传递的变化过程。从能量的传递变化过程来讲，通过离合器的接合过程，原动机的一部分能量传给工作机，而另一部分能量由于摩擦打滑而变为热能的形式。从运动的传递变化来讲，离合器的接合使工作机负载的运动速度发生变化。

一般由负载特性对起动过程提出要求。有的情况下，负载要求快速起动，在短时间内达到稳定运转的状态；有的情况则要求起动平稳缓慢。这两种不同的起动要求，都可归结为起动时间的长短不同。这正是设计或选用离合器的主要依据，也是选择原动机及决定通风冷却、润滑程度的主要依据。

图 1-1 为摩擦离合器起动过程的传动示意图。设 M_0 、 M_r 分别为原动机和工作机对离合器的负载扭矩，且两者为定值。

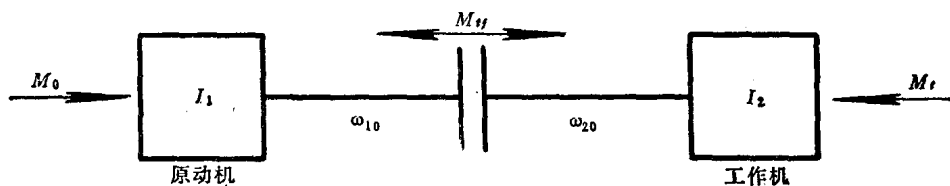


图1-1 离合器起动过程传动示意图

离合器开始接合到主、从动端同步运转的全部过程如图 1-2 所示。

从 t_0 到 t_1 的一段时间内，离合器开始接合，主、从动端呈空转打滑。从 t_1 到 t_2 的一段时间内，从动端开始加速，转速逐渐上升，主动端由于原动机负载的增加，转速有所下降，离合器主、从动端处于摩擦打滑状态，摩擦发热主要产生在这段时间内。到 t_2 点，主、从动端完全接合，并以共同的角速度上升到原动机额定转速而稳定运转。

t_1 到 t_2 为离合器的接合时间，由下式求得：

$$t = \frac{I_1 I_2 (\omega_{10} - \omega_{20})}{I_2 (M_{st} - M_0) + I_1 (M_{st} - M_r)} \text{ (秒)}$$

式中 I_1 、 I_2 ——主、从动轴的转动惯量（公斤力·厘米·秒²）；

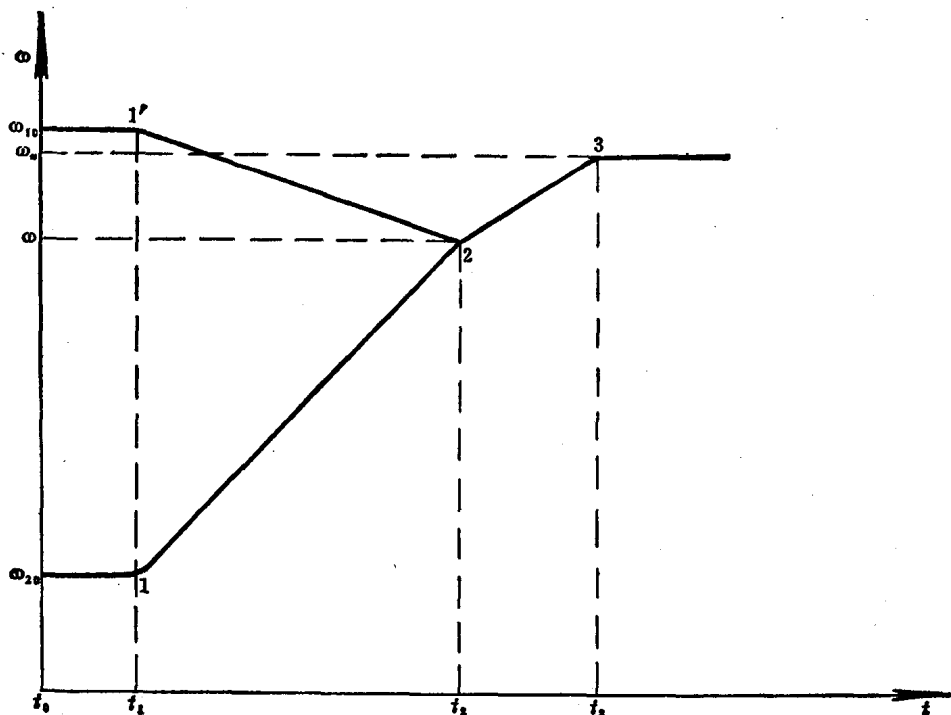


图1-2 摩擦离合器的起动特性

ω_{10}, ω_{20} ——接合时主、从动轴的起始角速度 (弧度/秒);

M_{tj} ——摩擦元件所传递的扭矩 (取离合器计算扭矩)(公斤力·厘米)。

5. 滑摩功 在接合过程中的打滑时间内,主、从动摩擦副之间产生严重的发热,如果在两次接合之间不能散热,则需采取强制冷却措施。

离合器滑摩功是主动端输入功与从动端输出功的差值。

$$A = \frac{I_1 I_2 (\omega_{10} - \omega_{20})^2}{2 \left[I_1 \left(1 - \frac{M_t}{M_{tj}} \right) + I_2 \left(1 - \frac{M_0}{M_{tj}} \right) \right]} \quad (\text{公斤力} \cdot \text{厘米})$$

由上式可知,缩短起动打滑时间可以减小摩擦功。在频繁的起动中,尽管起动过程短,但由于两次接合之间的相隔时间很短,会产生热量的聚集,所以,还必须考虑接合频度。

当一次接合时,单位摩擦表面上所承受的滑摩功为:

$$a = \frac{A}{F} \quad (\text{公斤力} \cdot \text{米} / \text{厘米}^2)$$

当多次接合时,磨损系数K为:

$$K = \frac{ZA}{F} \leq (K)$$

式中 F ——摩擦总面积(厘米²);

Z ——每分钟接合次数(分^{-1});

$[K]$ ——许用磨损系数($\text{公斤力} \cdot \text{米} / \text{厘米}^2 \cdot \text{分}$)。

当用一般石棉基材料的圆盘摩擦离合器:

$$[K] = 5 \sim 8 (\text{公斤力} \cdot \text{米} / \text{厘米}^2 \cdot \text{分})$$

相同材料用于圆锥式或闸块式离合器:

$$[K] = 7 \sim 9 (\text{公斤力} \cdot \text{米} / \text{厘米}^2 \cdot \text{分})$$

机床使用的离合器需要限制其单位热负荷,一般在每小时 50 次以上者要加以验算。单位热负荷 q 为:

$$q = \frac{AZ_k}{427F} \leq [q] (\text{千卡} / \text{厘米}^2 \cdot \text{小时})$$

式中 A ——滑摩功 ($\text{公斤力} \cdot \text{米}$);

Z_k ——每小时接合次数 (小时^{-1});

$[q]$ ——许用热负荷 ($\text{千卡} / \text{厘米}^2 \cdot \text{小时}$),

钢对钢的湿式摩擦副中 $[q] = 0.3 \sim 0.5$,

钢对铜基粉末冶金摩擦副中:

干式 $[q] = 0.6$

湿式 $[q] = 1.2$

钢对压制石棉的多片离合器 $[q] = 0.2 \sim 0.3$;

铸铁对压制石棉的单盘离合器 $[q] = 1 \sim 2$ 。

6. 接合温升 离合器接合过程中的滑摩功表现为离合器工作元件的温升,在结构设计中需要对温升加以限制。

温升 Δt 为:

$$\Delta t = \frac{A}{427Gc} \leq [\Delta t] \quad (^\circ\text{C})$$

式中 A ——滑摩功 ($\text{公斤力} \cdot \text{米}$);

G ——吸热体的重量 (公斤力);

c ——吸热体的比热 ($\text{千卡} / \text{公斤}^\circ\text{C}$);

$[\Delta t]$ ——许用温升 ($^\circ\text{C}$)。

若摩擦副是金属对金属,热量被整个摩擦副所吸收;若摩擦副是金属对非金属,则全部热量可以假设为金属面所吸收。许用温升值不同工作机(或离合器)是不同的,如:

拖拉机 $[\Delta t] = 3 \sim 5^\circ\text{C}$;

履带车辆 $[\Delta t] = 1.5 \sim 20^\circ\text{C}$;

机床 $[\Delta t] = 150^\circ\text{C}$;

离心离合器 $[\Delta t] = 70 \sim 75^\circ\text{C}$ 。

7. 扭转振动 在离合器的工作过程中,由原动机发出的变化扭矩,或由于负载扭矩的变化,都将引起传动系统的加速或减速运动而产生惯性扭矩。如果扭矩变化呈周期性,它引起的激振频率与系统的自然频率一致的时候,就会产生共振。所以对重要离合器的设计选用应考虑扭振问题,通过改变工作转速或在离合器接合元件间增设减振装置以改变轴系刚度,消除共振。

离合器刚度的大小是决定自振频率的因素之一，有恒刚度和变刚度两类。

$$\text{恒刚度} \quad C_h = \frac{M_t}{\theta}$$

$$\text{变刚度} \quad C_b = \frac{dM_t}{d\theta}$$

式中 M_t ——离合器所受的扭矩；

θ ——在扭矩作用下，离合器两端的相对扭转角。

刚度随扭转角增加而增加的变刚度离合器，适用于有共振可能的轴系以避免共振，设计时需考虑离合器能承受最大扭矩以确定其刚度。

在周期性载荷作用下，离合器所承受的最大扭矩（假定传动系统的其它零件是刚性的）：

$$M_{\max} = M_{tm} + K_d \frac{I_1}{I_1 + I_2} M_{ta}$$

式中 M_{tm} ——离合器承受的稳定扭矩（公斤力·厘米）；

M_{ta} ——周期性变化扭矩的幅值（公斤力·厘米）；

I_1, I_2 ——分别为离合器主、从动端的转动惯量（公斤力·厘米·秒²）；

K_d ——共振系数，

$$K_d = \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{\mu\omega}{C_n}\right)^2}{\left(1 - \frac{\omega^2}{f_n^2}\right)^2 + \left(\frac{\mu\omega}{C_n}\right)^2}}$$

μ ——阻尼系数（公斤力·厘米秒/弧度）；

C_n ——离合器扭转刚度（公斤力·厘米/弧度）；

ω ——变化扭矩的频率（秒⁻¹）；

f_n ——离合器系统的固有频率（秒⁻¹），

$$f_n = \sqrt{\frac{C}{I_{eq}}}$$

式中 C ——离合器系统刚度；

$$I_{eq} = \frac{I_1 I_2}{I_1 + I_2} \text{——当量转动惯量（公斤力·厘米·秒}^2\text{）}。$$

图 1-3 所示为离合器的共振特性曲线。由图可知，只有当 $\omega/f_n > \sqrt{2}$ 时，才有可能使 $K_d < 1$ ，不使 $M_{\max}$ 到相当大的值。通常当 $f_n < \omega$ 时，可不计阻尼，这时

$$K_d = \frac{1}{1 - (\omega/f_n)^2}$$

因此，只有 $f_n \leq \frac{\omega}{\sqrt{2}}$ 才不会发生共振。

在冲击载荷的作用下，离合器所受的最大扭矩与载荷的作用方式有关，突然加载后，载荷较长时间内保持不变，

$$M_{tj} = M_{tm} + 2 \frac{I_1}{I_1 + I_2} M_{ta} \text{（公斤力·厘米）}$$