

宋静波 编著

飞机构造基础

FEIJI GOUZAO JICHU

(第2版)



航空工业出版社

飞机构造基础

(第2版)

宋静波 编著



航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书以我国各大航空公司引进的大中型民航客机为主,重点分析了飞机结构、飞机液压系统、起落架系统、飞行操纵系统和座舱环境控制系统,并介绍了飞机燃油、防冰排雨、防火、重量与平衡以及飞机电子系统。从飞机的主要结构入手,分析了飞机结构可能发生的破坏形式及检查分析结构损伤的方法、常见故障及处理方法等。本书还引入了“民用航空器维修人员执照基础部分”培训大纲的部分内容。

本书可作为航空院校飞机地面维护(机电)专业以及相关专业的教材,也可作为“执照基础部分航空器机体”的培训、自学指导书。

图书在版编目(CIP)数据

飞机构造基础 / 宋静波编著. --2 版. --北京:
航空工业出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 80243 - 875 - 0

I. ①飞… II. ①宋… III. ①飞机—构造 IV.
①V222

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 256414 号

飞机构造基础 Feiji Gouzao Jichu

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2011 年 12 月第 2 版

2011 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 30.5

字数: 778 千字

印数: 1—5000

定价: 48.00 元

前 言

随着民用航空的飞速发展，飞机结构和系统越来越复杂，要求飞机结构应能满足强度、刚度和稳定性的要求，飞机的各系统能高效、稳定、安全地工作。保证飞机结构各部件的安全可靠及各系统的稳定工作是保证飞机安全飞行和乘员舒适的基本条件。近年来，发生了一些因飞机结构部件破坏和飞机系统故障影响飞行安全的事故。因此，地面机务维护人员加强对故障的预测和检查分析的能力就显得更加重要。

本书共有 10 章，重点分析了飞机结构、飞机液压系统、起落架系统、飞行操纵系统和座舱环境控制系统，并介绍了飞机燃油、防冰排雨、防火、重量与平衡以及飞机电子系统。本书第 2 版还增加了波音 787、A380 等新型飞机的相关内容。

本书所涉及到的飞机系统知识，以我国各大航空公司引进的大中型民航客机为主，同时包括小型飞机的部分内容。本书从飞机的主要结构入手，分析了飞机结构可能发生的破坏形式及检查分析结构损伤的方法，并分析了飞机各系统的组成和工作情况、飞机各系统的主要维护工作、常见故障及分析处理方法。它是掌握飞机专业知识及进行飞机故障诊断和分析的基础。

本书可作为航空院校飞机地面维护（机电）专业“飞机构造基础”的教材，也可作为飞机地面维护（机电）专业人员的参考书。本书引入了“民用航空器维修人员执照基础部分”培训大纲的部分内容，因此也可以作为“执照基础部分航空器机体”的培训、自学指导书。

由于编者水平与能力有限，书中错误与不当之处，恳请读者批评指正。

编 者
2011 年 12 月

目 录

第 1 章 飞机结构	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 飞机载荷	(1)
1.2.1 平飞中的受载情况	(1)
1.2.2 飞机在垂直平面内作曲线飞行时的受载情况	(2)
1.2.3 飞机在水平平面内作曲线飞行时的受载情况	(3)
1.2.4 飞机过载	(3)
1.2.5 飞机部件的过载	(4)
1.2.6 起落架载荷	(5)
1.2.7 飞机着陆时的过载	(7)
1.3 载荷、变形和应力的概念	(7)
1.3.1 载荷及其分类	(7)
1.3.2 构件在载荷作用下的变形	(8)
1.3.3 内力和应力的概念	(8)
1.3.4 强度和刚度的概念	(9)
1.4 机翼结构	(10)
1.4.1 机翼的作用	(10)
1.4.2 机翼的配置	(10)
1.4.3 机翼上的外载荷	(11)
1.4.4 平直机翼各截面的剪力、弯矩和扭矩图	(11)
1.4.5 机翼主要受力构件	(12)
1.4.6 机翼结构形式	(14)
1.4.7 典型飞机机翼结构	(16)
1.4.8 机翼构件构造	(22)
1.4.9 平直机翼结构中力的传递	(25)
1.4.10 集中载荷的传递情况	(29)
1.4.11 机翼小结	(31)
1.5 机身结构	(31)
1.5.1 机身外部载荷	(31)
1.5.2 机身的结构形式	(33)
1.5.3 半硬壳式机身主要组成构件	(35)
1.5.4 增压座舱结构	(37)
1.5.5 半硬壳式机身结构的受力分析	(39)

1.6	机体开口部位的构造和受力分析	(41)
1.6.1	直接补偿开口	(41)
1.6.2	间接补偿开口	(41)
1.7	尾翼	(43)
1.8	飞机机翼操纵面结构	(45)
1.8.1	副翼	(45)
1.8.2	前缘缝翼和后缘襟翼	(46)
1.8.3	扰流板	(47)
1.9	定位编码系统	(49)
1.10	飞机机体区域划分	(50)
	思考题	(52)
第2章	重量与平衡	(54)
2.1	重量与平衡的重要性	(54)
2.1.1	重量与平衡的目的	(54)
2.1.2	重量与平衡问题	(54)
2.2	重复称重的必要性	(55)
2.3	重量与平衡的理论	(55)
2.4	重量与平衡术语	(56)
2.4.1	基准面	(56)
2.4.2	力臂	(57)
2.4.3	重心	(58)
2.4.4	最大重量	(58)
2.4.5	最大着陆重量	(58)
2.4.6	最大停机重量	(58)
2.4.7	最大起飞重量	(58)
2.4.8	空重	(58)
2.4.9	空重重心	(58)
2.4.10	空重重心范围	(58)
2.4.11	实用重心范围	(59)
2.4.12	平均空气动力弦	(59)
2.4.13	飞机的水平顶置	(60)
2.4.14	燃油装载	(61)
2.4.15	最小燃油量	(61)
2.4.16	无燃油重量	(61)
2.4.17	毛重	(61)
2.4.18	有用载重	(61)
2.5	飞机称重	(61)
2.5.1	飞机称重前的准备	(61)

2.5.2	称重设备的准备	(62)
2.5.3	飞机的称重程序	(63)
2.5.4	称重计算	(64)
2.5.5	飞机称重修正图表	(66)
2.6	重量与平衡的极端情况	(67)
2.6.1	前极限的重量与平衡验算	(68)
2.6.2	后极限的重量与平衡验算	(68)
2.7	重心的移动	(68)
2.7.1	永久压舱物	(68)
2.7.2	临时压舱物	(68)
2.7.3	用压舱物调节飞机重心	(68)
	思考题	(69)
第3章	液压系统	(71)
3.1	液压系统概述	(71)
3.1.1	液压传动原理	(71)
3.1.2	液压传动功率	(72)
3.1.3	液压系统的组成	(73)
3.1.4	简单液压系统的组成	(74)
3.2	液压油	(75)
3.2.1	黏性和黏度	(75)
3.2.2	压缩性	(76)
3.2.3	润滑性	(77)
3.2.4	机械稳定性	(77)
3.2.5	化学稳定性	(77)
3.2.6	防火特性	(77)
3.2.7	液压油的种类	(78)
3.2.8	液压油的使用和注意事项	(79)
3.3	液压源	(79)
3.3.1	概述	(79)
3.3.2	双泵液压源	(80)
3.3.3	多泵液压源	(81)
3.3.4	液压源动力驱动泵	(81)
3.3.5	液压指示系统	(88)
3.4	液压动力元件	(89)
3.4.1	手摇泵	(89)
3.4.2	柱塞泵	(90)
3.4.3	齿轮泵	(92)
3.4.4	叶片泵	(92)

3.4.5	摆线转子泵	(92)
3.4.6	液压泵的主要性能参数	(93)
3.4.7	斜盘式轴向柱塞泵的压力—流量特性	(94)
3.4.8	斜盘式轴向柱塞泵的变量控制	(94)
3.4.9	变量泵和定量泵的卸荷	(95)
3.4.10	液压泵的性能分析	(99)
3.5	液压执行元件	(104)
3.5.1	作动筒	(105)
3.5.2	多位置作动筒	(106)
3.5.3	伸缩作动筒	(107)
3.5.4	增力作动筒	(107)
3.5.5	齿条作动筒	(107)
3.5.6	带锁作动筒	(109)
3.5.7	缓冲作动筒	(111)
3.5.8	液压马达	(112)
3.6	液压控制元件	(115)
3.6.1	方向控制阀	(115)
3.6.2	换向阀	(117)
3.6.3	压力控制阀	(119)
3.6.4	流量控制阀	(124)
3.6.5	快卸阀	(126)
3.7	液压辅助元件	(126)
3.7.1	液压油滤	(126)
3.7.2	蓄压器	(127)
3.7.3	液压油箱	(131)
3.7.4	散热器	(134)
3.7.5	密封材料和密封装置	(136)
3.8	液压系统的维护工作	(137)
3.8.1	液压油箱油量检查	(137)
3.8.2	液压油箱灌充	(137)
3.8.3	放油	(139)
3.8.4	液压系统泄漏检查	(139)
	思考题	(141)
第 4 章	起落架系统	(143)
4.1	概述	(143)
4.1.1	起落架配置形式	(143)
4.1.2	起落架的结构形式	(145)
4.2	起落架缓冲装置	(146)

4.2.1	缓冲原理	(147)
4.2.2	对起落架缓冲装置的要求	(147)
4.2.3	油气式缓冲器工作过程	(148)
4.2.4	油气式缓冲器的工作特性分析	(149)
4.2.5	载荷高峰	(151)
4.2.6	典型油气式缓冲支柱的构造	(153)
4.3	起落架收放系统	(155)
4.3.1	起落架的收放形式	(155)
4.3.2	对起落架收放系统的要求	(156)
4.3.3	起落架外部结构	(156)
4.3.4	起落架液压收放系统的主要组成部件	(161)
4.3.5	起落架正常收放系统的工作过程	(164)
4.3.6	应急放起落架系统	(165)
4.3.7	起落架安全收放措施	(168)
4.3.8	起落架位置指示和告警	(170)
4.4	转弯系统	(174)
4.4.1	前轮转弯控制	(174)
4.4.2	前轮转弯作动机构	(175)
4.4.3	方向舵脚蹬操纵前轮转弯	(177)
4.4.4	机械液压式前轮转弯系统	(179)
4.4.5	电液前轮转弯系统	(181)
4.4.6	现代飞机前轮转弯系统的作用	(181)
4.4.7	前轮定中	(185)
4.4.8	主起落架转弯系统	(186)
4.5	刹车系统	(188)
4.5.1	刹车减速原理与最高刹车效率	(188)
4.5.2	液压动力刹车系统主要部件	(188)
4.5.3	液压动力刹车系统	(197)
4.5.4	防滞刹车系统	(203)
4.5.5	刹车温度探测和冷却系统	(208)
4.5.6	电动刹车系统	(208)
4.6	机轮	(209)
4.6.1	机轮的主要形式	(209)
4.6.2	轮胎	(210)
4.7	起落架系统主要维护工作	(213)
4.7.1	缓冲支柱的灌充	(213)
4.7.2	动力刹车系统排气	(217)
4.7.3	机轮的维护工作	(217)
	思考题	(220)

第 5 章 飞机飞行操纵系统	(223)
5.1 飞行操纵系统概述	(223)
5.1.1 飞机转动轴	(223)
5.1.2 飞机平衡	(223)
5.1.3 飞行操纵系统的组成	(225)
5.1.4 操纵飞机绕三轴运动	(226)
5.1.5 对飞行操纵系统的要求	(227)
5.1.6 飞机操纵性	(227)
5.2 飞机操纵机构	(228)
5.3 传动机构	(230)
5.3.1 软式传动机构的主要构件	(231)
5.3.2 硬式传动机构	(235)
5.3.3 主操纵系统的传动系数和传动比	(238)
5.3.4 非线性传动机构	(239)
5.4 舵面气动补偿装置	(240)
5.4.1 轴式补偿	(240)
5.4.2 角式补偿	(240)
5.4.3 内封补偿	(241)
5.4.4 随动补偿片	(242)
5.4.5 反补偿片	(243)
5.4.6 弹簧补偿片	(243)
5.4.7 伺服调整片	(243)
5.4.8 配平调整片	(244)
5.5 主操纵系统	(245)
5.5.1 副翼操纵系统	(245)
5.5.2 升降舵操纵系统	(251)
5.5.3 方向舵操纵系统	(255)
5.6 辅助操纵系统	(258)
5.6.1 飞机增升装置	(258)
5.6.2 扰流板	(267)
5.6.3 水平安定面	(270)
5.7 飞行操纵告警系统	(276)
5.7.1 起飞告警	(276)
5.7.2 失速告警	(276)
5.8 飞行操纵系统的维护工作	(277)
5.8.1 防止系统摩擦力过大	(277)
5.8.2 防止系统间隙过大	(279)
5.8.3 保持钢索张力正常	(279)

5.8.4	操纵系统的调整	(281)
5.8.5	测量舵面位移的工具	(282)
5.8.6	飞机主要结构的校装	(283)
5.8.7	飞行操纵系统的校装	(284)
5.8.8	操纵面的重新平衡	(285)
	思考题	(286)
第6章	座舱环境控制系统	(289)
6.1	座舱环境控制系统概述	(289)
6.1.1	飞机座舱环境控制系统的基本任务	(289)
6.1.2	大气物理特性及其对人体生理的影响	(289)
6.1.3	克服空中不利环境的技术措施	(292)
6.1.4	气密座舱的形式	(292)
6.1.5	气密座舱的环境参数	(293)
6.2	气源系统	(294)
6.2.1	现代大中型民航客机气源系统	(294)
6.2.2	气源系统的控制	(294)
6.2.3	气源系统压力转换	(295)
6.2.4	引气温度调节	(295)
6.2.5	引气压力调节	(299)
6.2.6	单独的座舱压缩机	(300)
6.3	座舱空气调节系统	(301)
6.3.1	流量控制	(302)
6.3.2	空气循环冷却系统	(303)
6.3.3	温度控制系统	(315)
6.3.4	再循环系统	(321)
6.3.5	座舱空气分配系统	(322)
6.3.6	货舱加温系统	(323)
6.3.7	设备冷却系统	(327)
6.3.8	通风系统	(327)
6.3.9	空调系统的非正常工作	(328)
6.4	典型飞机空调系统	(329)
6.4.1	波音 757-200 飞机空调系统	(329)
6.4.2	波音 777 飞机空调系统	(331)
6.4.3	波音 787 飞机空调系统	(334)
6.5	蒸发循环冷却系统	(339)
6.6	座舱增压控制系统	(341)
6.6.1	座舱增压控制原理	(341)
6.6.2	座舱增压系统概述	(341)

6.6.3	座舱增压控制系统的工作	(344)
6.6.4	应急增压控制	(346)
6.6.5	气动气控式增压控制系统	(348)
6.7	飞机氧气系统	(351)
6.7.1	机组氧气系统	(351)
6.7.2	乘客氧气系统	(356)
6.7.3	手提氧气设备	(357)
6.8	增压座舱泄漏试验	(359)
	思考题	(361)
第7章	防冰排雨系统	(363)
7.1	结冰的机理	(363)
7.2	飞机结冰对飞行性能的影响	(363)
7.2.1	机翼及尾翼结冰的影响	(363)
7.2.2	发动机进气部件结冰的影响	(364)
7.2.3	螺旋桨结冰的影响	(365)
7.2.4	风挡玻璃及测温和测压探头结冰的影响	(365)
7.3	飞机防冰、除冰的方法	(365)
7.3.1	机械除冰系统	(366)
7.3.2	电脉冲除冰系统	(367)
7.3.3	液体防冰系统	(368)
7.3.4	热空气防冰系统	(368)
7.3.5	电热防冰	(369)
7.4	飞机防冰排雨系统	(369)
7.4.1	机翼防冰系统	(369)
7.4.2	发动机整流罩热防冰	(370)
7.4.3	大气数据探测器防冰	(372)
7.4.4	驾驶舱风挡的防冰和除雾	(374)
7.4.5	风挡排雨系统	(377)
7.4.6	飞机结冰探测	(382)
	思考题	(384)
第8章	飞机燃油系统	(386)
8.1	飞机燃油系统概述	(386)
8.1.1	燃油系统的组成	(386)
8.1.2	燃油系统的功用	(387)
8.1.3	燃油系统特点	(387)
8.1.4	飞机燃油系统的组成	(388)
8.1.5	航空燃油	(388)

8.2	燃油箱	(389)
8.2.1	燃油箱	(389)
8.2.2	燃油增压泵	(392)
8.3	燃油箱通气系统	(392)
8.3.1	燃油箱通气系统的作用	(392)
8.3.2	通气系统的组成和工作	(393)
8.4	加油/抽油系统	(394)
8.4.1	加油/抽油系统的功能	(394)
8.4.2	压力加油/抽油系统	(395)
8.4.3	波音 777 飞机加油/抽油系统	(398)
8.4.4	A380 飞机加油/抽油系统	(400)
8.5	供油系统	(404)
8.5.1	飞机燃油系统的供油方式	(404)
8.5.2	现代民航客机的动力供油系统	(404)
8.5.3	分散供油系统	(410)
8.5.4	集中供油系统	(416)
8.6	燃油传输系统	(418)
8.6.1	燃油传输系统概述	(418)
8.6.2	A380 飞机燃油箱	(419)
8.6.3	A380 飞机燃油传输系统	(420)
8.7	应急放油系统	(423)
8.7.1	飞机燃油应急放油系统的基本要求	(423)
8.7.2	应急放油系统的组成	(423)
8.7.3	波音 787 飞机应急放油系统	(423)
8.7.4	波音 747-400 飞机应急放油系统	(425)
8.7.5	燃油箱惰化系统	(426)
8.8	燃油指示和告警系统	(430)
8.8.1	燃油油量指示	(430)
8.8.2	现代飞机燃油油量指示系统	(431)
8.9	燃油箱维护工作	(434)
8.9.1	燃油渗漏分级	(434)
8.9.2	燃油渗漏的原因	(436)
8.9.3	渗漏的检查	(436)
8.9.4	渗漏的排除	(437)
	思考题	(437)
第 9 章	飞机防火系统	(440)
9.1	概述	(440)
9.1.1	燃烧的三个要素	(440)

9.1.2	火的种类及灭火的基本原理	(440)
9.1.3	灭火剂	(440)
9.1.4	灭火瓶	(442)
9.2	飞机防火系统	(444)
9.2.1	飞机防火系统的组成	(444)
9.2.2	火警探测器	(445)
9.2.3	典型飞机防火系统	(450)
9.3	发动机防火系统	(450)
9.3.1	发动机火警(过热)探测	(450)
9.3.2	发动机灭火系统的配置	(452)
9.3.3	发动机灭火操作	(454)
9.4	APU 防火系统	(457)
9.4.1	APU 火警探测	(457)
9.4.2	APU 灭火操作	(459)
9.5	货舱防火系统	(461)
9.5.1	货舱烟雾探测	(461)
9.5.2	货舱火警信号	(462)
9.5.3	货舱灭火	(462)
9.5.4	起落架轮舱火警探测	(463)
9.6	引气管道泄漏过热探测	(464)
9.6.1	引气管道泄漏过热探测	(464)
9.6.2	引气管道泄漏过热告警	(465)
9.7	卫生间灭火	(465)
	思考题	(465)
第 10 章	飞机电子系统	(467)
10.1	通信和导航系统概述	(467)
10.2	无线电通信系统	(467)
10.3	无线电导航系统	(467)
10.4	防撞系统	(469)
10.5	驾驶舱仪表板	(469)
	思考题	(470)
	参考文献	(471)

第1章 飞机结构

1.1 概述

固定机翼飞机的机体由机身、机翼、安定面、飞行操纵面和起落架5个主要部件组成。

直升机的机体由机身、旋翼及其相关的减速器、尾桨（单旋翼直升机才有）和起落架组成。

机体各部件由多种材料组成，并通过铆钉、螺栓、螺钉、焊接或胶结而连接起来。飞机各部件由不同构件构成。飞机各构件用来传递载荷或承受应力。单个构件可承受组合应力。

对于某些结构，强度是主要的要求；而对于另一些结构，其要求则完全不同。例如，整流罩只承受飞机飞行过程中的局部空气动力，而不作为主要结构受力件。

1.2 飞机载荷

飞行中，作用于飞机上的载荷主要有飞机重力、升力、阻力和发动机推力（或拉力）。飞行状态改变或受到不稳定气流的影响时，飞机的升力会发生很大变化。飞机着陆接地时，飞机除了承受上述载荷外，还要承受地面撞击力，这些载荷中以地面撞击力最大。飞机承受的各种载荷中，升力和地面撞击力对飞机结构的影响最大。

1.2.1 平飞中的受载情况

飞机在匀速直线平飞时，它所受的力有：飞机重力 G 、升力 L 、阻力 D 和发动机推力 T 。为了简便起见，假定这4个力都通过飞机的重心，而且推力与阻力的方向相反，如图1-1所示。则作用在飞机上的力的平衡条件为：升力等于飞机的重力，推力等于飞机的阻力。

即：

$$L = G$$

$$T = D$$

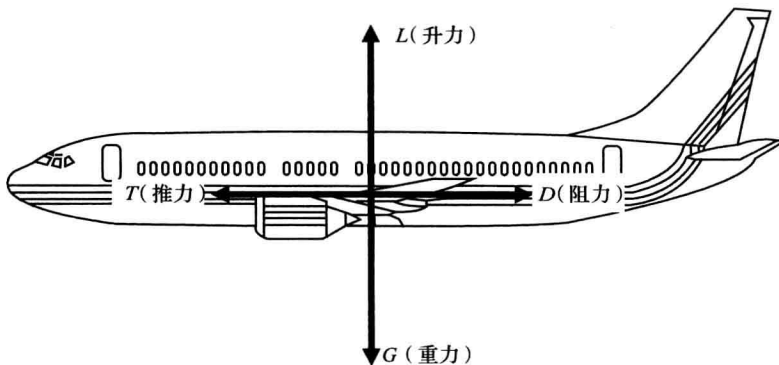


图1-1 平飞时飞机的受载

飞机作不稳定的平飞时，推力与阻力是不相等的。推力大于阻力，飞机就要加速；反之，则减速。由于在飞机加速或减速的同时，驾驶员减小或增大了飞机的迎角，使升力系数减小或增大，因而升力仍然与飞机重力相等。平飞中，虽然飞机的升力总是与飞机重力相等，但是飞行速度不同时，飞机上的局部气动载荷（局部空气动力）是不相同的。飞机以小速度平飞时，迎角较大，机翼上表面受到吸力，下表面受到压力，这时的局部气动载荷并不是很大；而当飞机以大速度平飞时，迎角较小，对双凸形翼型机翼来说，除了前缘要受到很大压力外，上下表面都要受到很大的吸力。翼型越接近对称形状，机翼上下表面的局部气动载荷就越大。所以，如果机翼蒙皮刚度不足，在高速飞行时，就会被显著地吸起或压下，产生明显的鼓胀或下陷现象，影响飞机的空气动力性能。

1.2.2 飞机在垂直平面内作曲线飞行时的受载情况

飞机在垂直平面内作曲线飞行的受载情况如图 1-2 所示。这时，作用于飞机的外力仍是飞机的重力、升力、阻力和发动机的推力。但是，这些外力是不平衡的。

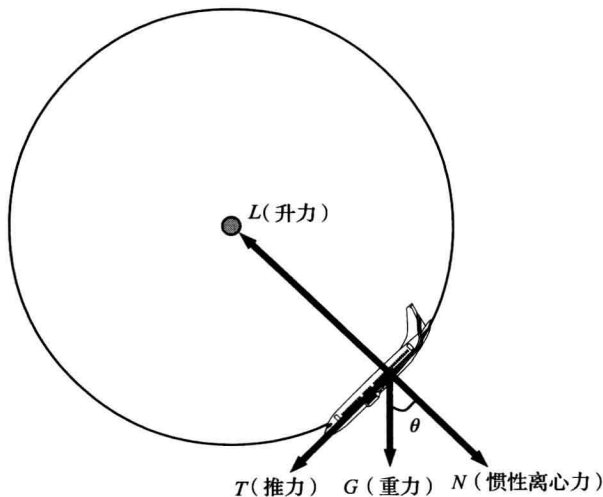


图 1-2 飞机在垂直平面内的曲线飞行受载情况

虽然曲线飞行是一种受力不平衡的运动状态，但研究飞机在曲线飞行中的受载情况时，为了方便起见，可以假设飞机上还作用着与向心力大小相等、方向相反的惯性离心力。这样，就可以把受力不平衡的曲线飞行作为受力平衡的运动状态来研究。

飞机在垂直平面内作曲线飞行时，升力可能大大超过飞机重力。飞机在曲线飞行中所受的载荷可能比平飞时大得多。可以推导出如下公式：

$$L - G \cos \theta = m \frac{v^2}{r}$$

式中， r 为飞机机动飞行的曲率半径， v 为飞行速度； m 为飞机重量^①，即 $m = \frac{G}{g}$ ， g 为重力加速度。

① 本书中“重量”为质量 (mass) 概念，单位为 lb 或 kg。

由于飞机在每一位置的 θ 角不同,而且飞行速度和曲率半径也不可能一样,所以飞机在垂直平面内作曲线飞行时,飞机的升力是随时变化的。

1.2.3 飞机在水平平面内作曲线飞行时的受载情况

水平转弯时,飞机具有一定的倾斜角(坡度) β (如图1-3所示),升力与垂线之间也构成 β 角。这时,升力的水平分力 $L\sin\beta$ 就是飞机转弯时的向心力,它与惯性离心力 N 平衡;升力的垂直分力 $L\cos\beta$ 与飞机重力 G 平衡,即

$$L = \frac{G}{\cos\beta}$$

水平转弯时, $\cos\beta$ 总是小于1,故升力总是大于飞机的重力;倾斜角越大, $\cos\beta$ 越小,因而升力越大。

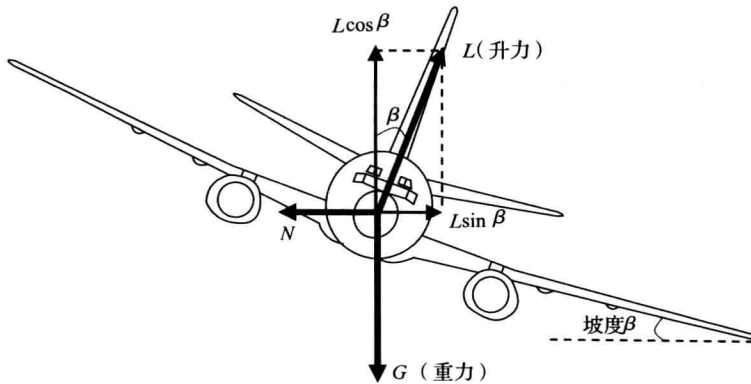


图1-3 飞机在水平转弯时的受载

1.2.4 飞机过载

在曲线飞行中,作用于飞机上的升力经常不等于飞机的重力。为了衡量飞机在某一飞行状态下受外载荷的严重程度,引出过载(或称载荷因数)这一概念。作用于飞机某一方向的除重力之外的外载荷与飞机重力的比值,称为该方向的飞机重心过载,用 n 表示。飞机在 y 轴(如图1-4所示)方向的过载,等于飞机升力(L)与飞机重力的比值,即

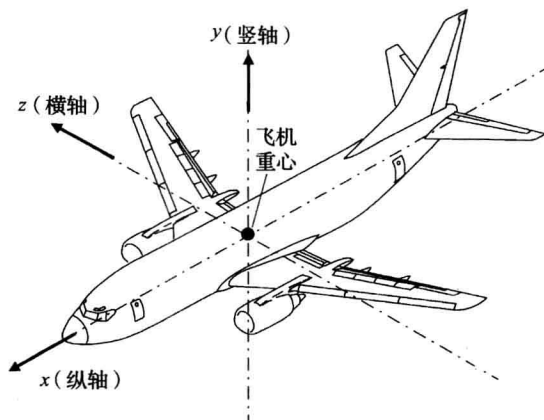


图1-4 飞机机体坐标系