

飞机环境控制基础



国防工业出版社

飞机环境控制基础

〔美〕 A. 埃比林 著

南京航空学院 易凌悟 译

北京航空学院 吴临武 校

国防工业出版社

1974

内 容 简 介

本书介绍了飞机环境控制的基本原理和概念,对现代民航机和军用飞机上常用的几种空气调节系统和氧气系统及其附件的构造和工作原理,进行了重点介绍和分析,并介绍了系统操作的一些基本知识。

在翻译过程中,对第一章里的物理基础知识部分作了删节和改编,并对各章节加上了序号。

本书可供航空工业部门的技术人员和工人、飞机驾驶员和地勤人员以及航空工业院校的师生参考。

FUNDAMENTALS OF AIRCRAFT ENVIRONMENTAL CONTROL

Alvin Ebeling

HAYDEN BOOK COMPANY, INC. NEW YORK 1968

*

飞机环境控制基础

〔美〕A. 埃比林 著

南京航空学院 易凌悟 译

北京航空学院 吴临武 校

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

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

*

787×1092¹/₃₂ 印张 3¹⁵/₁₆ 82千字

1974年12月第一版 1974年12月第一次印刷 印数: 0,001—3,400册

统一书号: 15034·1378 定价: 0.33元

目 录

第一章 基本原理	5
一、飞机环境控制的某些问题	5
二、大气特性	8
第二章 飞机空气调节	14
一、人体生理对飞机空气调节的要求	14
二、空气循环系统	16
三、蒸发循环系统	21
四、组合式系统	22
五、地面冷却	24
六、座舱特性	25
七、空气分配	26
第三章 空气循环设备	30
一、空气循环制冷装置	30
二、涡轮	31
三、风扇	33
四、热交换器	34
五、控制活门	35
六、活门传动机构	42
第四章 空气循环的加温与制冷系统	46
一、基本工作原理	46
二、温度控制系统	47
第五章 飞机增压系统——座舱压力调节器	54
第六章 间接式液态冷却	63

4	
一、基本原理	63
二、制冷剂的性质	64
三、制冷剂的类型	68
四、干燥剂	71
第七章 蒸发循环系统	77
一、基本原理	77
二、蒸发器装置	78
三、冷凝器装置	89
四、系统控制开关	90
五、工作程序	92
六、设备空气分配的三种方法	95
第八章 直接式液态冷却系统的基本工作原理	98
第九章 低压液氧系统	102
一、引言	102
二、液氧转换器	103
三、氧气调节器	106
四、工作程序	106
第十章 高压氧气系统	111
名词解释	114

飞机环境控制基础

〔美〕 A. 埃比林 著

南京航空学院 易凌悟 译

北京航空学院 吴临武 校

国防工业出版社

1974

内 容 简 介

本书介绍了飞机环境控制的基本原理和概念,对现代民航机和军用飞机上常用的几种空气调节系统和氧气系统及其附件的构造和工作原理,进行了重点介绍和分析,并介绍了系统操作的一些基本知识。

在翻译过程中,对第一章里的物理基础知识部分作了删节和改编,并对各章节加上了序号。

本书可供航空工业部门的技术人员和工人、飞机驾驶员和地勤人员以及航空工业院校的师生参考。

FUNDAMENTALS OF AIRCRAFT ENVIRONMENTAL CONTROL

Alvin Ebeling

HAYDEN BOOK COMPANY, INC. NEW YORK 1968

*

飞机环境控制基础

〔美〕A. 埃比林 著

南京航空学院 易凌悟 译

北京航空学院 吴临武 校

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

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

*

787×1092¹/₃₂ 印张 3¹⁵/₁₆ 82千字

1974年12月第一版 1974年12月第一次印刷 印数: 0,001—3,400册

统一书号: 15034·1378 定价: 0.33元

目 录

第一章 基本原理	5
一、飞机环境控制的某些问题	5
二、大气特性	8
第二章 飞机空气调节	14
一、人体生理对飞机空气调节的要求	14
二、空气循环系统	16
三、蒸发循环系统	21
四、组合式系统	22
五、地面冷却	24
六、座舱特性	25
七、空气分配	26
第三章 空气循环设备	30
一、空气循环制冷装置	30
二、涡轮	31
三、风扇	33
四、热交换器	34
五、控制活门	35
六、活门传动机构	42
第四章 空气循环的加温与制冷系统	46
一、基本工作原理	46
二、温度控制系统	47
第五章 飞机增压系统——座舱压力调节器	54
第六章 间接式液态冷却	63

一、基本原理	63
二、制冷剂的性质	64
三、制冷剂的类型	68
四、干燥剂	71
第七章 蒸发循环系统	77
一、基本原理	77
二、蒸发器装置	78
三、冷凝器装置	89
四、系统控制开关	90
五、工作程序	92
六、设备空气分配的三种方法	95
第八章 直接式液态冷却系统的基本工作原理	98
第九章 低压液氧系统	102
一、引言	102
二、液氧转换器	103
三、氧气调节器	106
四、工作程序	106
第十章 高压氧气系统	111
名词解释	114

第一章 基本原理

一、飞机环境控制的某些问题

空气调节是保持某一闭合空间的大气具有所需要的温度与湿度的科学。所要求的大气条件由调节区的功用来决定。

现代飞机由于飞行速度很大,飞行高度很高,给飞机设备及机上人员的工作效率带来了不利影响,因此需要座舱增压与空气调节。表 1 给出了大气压力和温度随高度变化的情况。在高空,影响飞机性能和乘员安全与舒适的最重要因素是压力与温度的变化。虽然座舱温度在运输机发展的早期就已进行调节,但由于当时还处在中空飞行阶段,对压力变化的调节还注意不够。目前,飞行高度逐渐增加的趋势使压力和温度的变化成为更重要的参数。为了保持座舱高度低于飞行高度,需要有座舱增压系统。座舱空气调节系统用来保持一个舒适的座舱空气温度。

高速飞行出现了各种各样的冷却问题。在空中作高速飞行的飞机,在机身周围产生了高速气流。可能存在从缝隙和窗口以及由于整个机身的辐射所产生的热量损失。然而,由于机身和周围空气的摩擦,座舱的温度可能增高。因此,飞机经受着严重的迅速的温度变化。图 1 给出了大气(环境)温度的典型设计条件,表明夏季白天、标准白天和冬季白天的气温随高度变化的情况。当爬升或下降时,正常温度变化率

表 1 大气压力和温度随高度的变化

高 度	压 力		温 度
(呎)	(吋, 汞柱)	(磅/平方吋)	(°F)
30000	8.88	4.36	-48.0
29000	9.29	4.56	
28000	9.72	4.77	
27000	10.16	4.99	
26000	10.62	5.21	
25000	11.10	5.45	-30.2
24000	11.59	5.69	
23000	12.10	5.94	
22000	12.63	6.20	
21000	13.18	6.47	
20000	13.75	6.75	-12.3
19000	14.33	7.03	
18000	14.88	7.33	- 5.2
17000	15.60	7.64	
16000	16.29	7.96	1.9
15000	16.98	8.29	
14000	17.65	8.62	9.1
13000	18.29	8.98	
12000	19.03	9.34	16.2
11000	19.79	9.72	
10000	20.58	10.10	23.3
9000	21.38	10.50	26.9
8000	22.22	10.91	30.5
7000	23.09	11.34	33.9
6000	23.98	11.77	37.5
5000	24.89	12.22	41.1

大约是每分钟 10°F ，但是也可能碰到高达每分钟 30°F 的变化率。由于飞行可能在热带的气候条件下开始，而在几小时内，又在非常冷的条件下结束，这使温度与湿度的调节变得

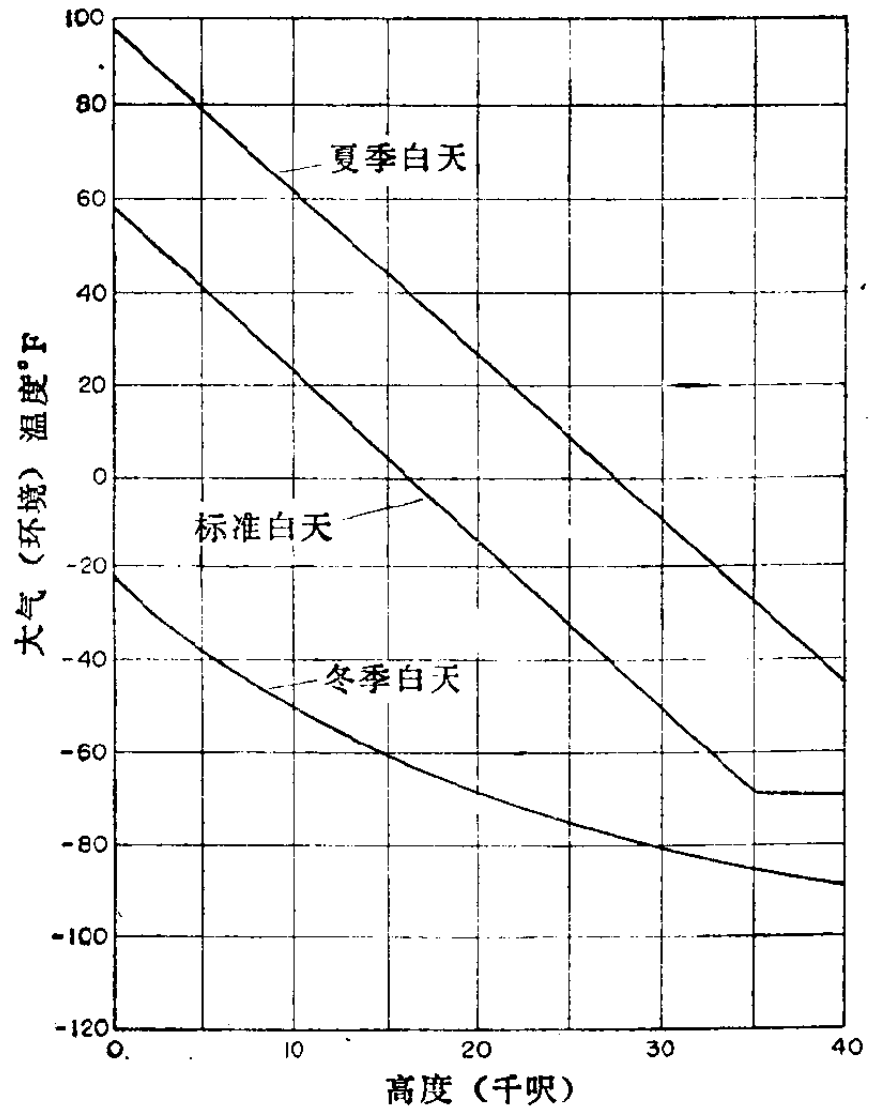


图1 大气 (环境) 温度典型设计条件

更加复杂。

在飞机座舱里，每个人所占的净有空间是比较小的。空气调节装置及增湿用水的重量限制很严格。由于下列原因，使得飞机座舱内的通风、温度及湿度控制困难。

1. 某些旅客，特别是那些对飞行不习惯的旅客，可能情绪不安定，从而使得他们的生理反应起了变化；
2. 由于从飞行前的生理的自然活动突然改变到飞行中的被迫不活动，他们的适应机能正在迅速地调节中；
3. 可能积存过多的气味和烟雾。

在飞行中,通风、调温、调湿所遇到的另外一些困难是:

1. 进口气流的集中,可能产生过大的噪音和强风;
2. 座舱或机舱内的低湿度引起对眼睛、鼻子与咽喉的粘膜的刺激;
3. 有明显的温度变化。

空气调节的所有基本原则对飞机都适用。然而,除开这些原则外,有五点要求是一切飞机座舱增压及空气调节系统所特有的。

1. 飞机必须能承受座舱内部压力与座舱外部大气压力之间的压力差。这主要是飞机结构及制造的问题;
2. 必须有足够的用来供给座舱增压及空气调节的气源。这个气源可以由发动机或空气涡轮带动的压气机来提供。如果飞机的动力是燃气涡轮发动机,空气则可直接从发动机压气机引出;
3. 飞机上必须装有对进入座舱前的压缩空气进行调节的装置(在大多数情况下为冷却装置)。这种设备必须结构紧凑,重量轻,便于快速检查和维修,而且没有振动;
4. 温度及增压控制系统必须能够反应周围温度和压力的急剧变化;
5. 增压系统必须设计成能通过手动或自动的释压(正压及反压)系统,来安全地限制最大的座舱压力差。

除了这些基本要求以外,高空飞行的飞机必须装有氧气系统,以备在增压失效时使用。

二、大 气 特 性

在飞机环境控制的研究中,首先必须了解地球大气的结

构与组成，以及规定空气特性的基本关系。

从图 2 可看出温度、密度及压力随高度的变化关系。通常把大气分为两层，内层或较低的一层称之为对流层，其范围是：在赤道由地球表面向上大约 56000 呎，在南北极约为 30000 呎。全部大气大约四分之三集中在对流层内。对流层的特点是：温度随高度和纬度而变化；气流扰动；还含有水分。

在对流层上面的同温层，温度几乎不随高度而变化，空气扰动非常小，而且不含水分。这两层之间的边界（即对流层的顶部，通称为休止层）的高度随纬度与季节而变。在某些特殊区域上空，对流层顶部逐日都在作不规则的变动。在这两层之间范围内，温度不随高度的增加而下降，相对地保持不变。

气候的变化主要发生在对流层。靠近地球表面的空气温度随着纬度的不同而变化很大，在任一已知纬度上，温度随高度的增加而减小，直到对流层顶部时拉平。

和温度一样，大气压力也是随高度增加而降低的。一定的空气体积具有一定的重量，所以大气的每一层都受到上层对下层的重力作用，这样使较低一层的空气具有较大的密度。海平面的标准大气压力是 29.92 吋（ ≈ 760 毫米）汞柱，这相当于每平方吋 14.7 磅的压力，称为一个大气压。高度愈高，空气愈稀薄，气压也愈低。

大气的主要成分是氮（78%）、氧（20.93%）、二氧化碳（0.04%）以及其它惰性气体（约 1%）如氩、氦、氖、氪、氙等，并和含量不定的水蒸汽混合在一起。在大气中，水蒸汽是经常存在的，它是保证人体舒适的重要因素之一。

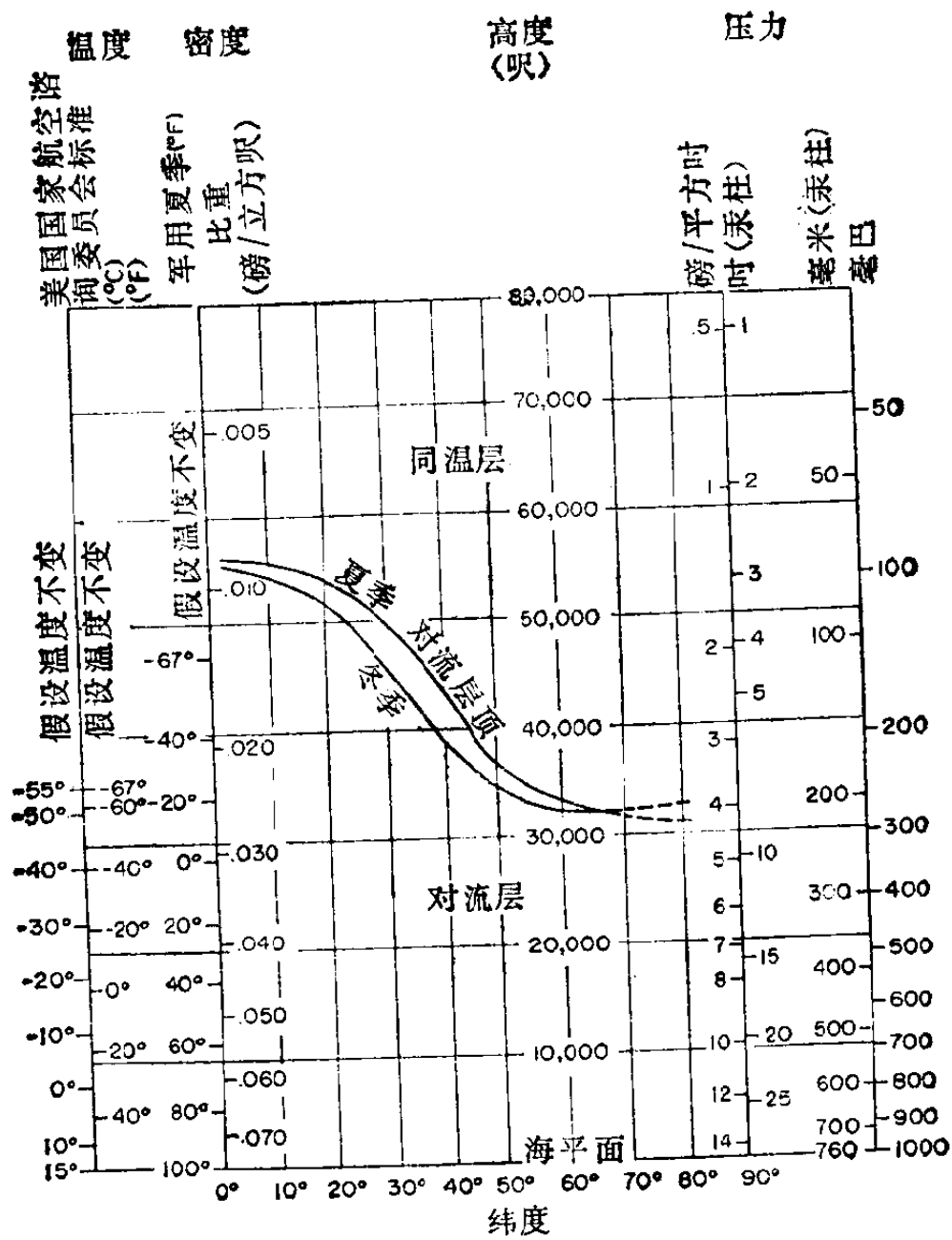


图 2 温度、密度及压力随高度的变化

测量空气中水分的技术称为测定学。为了弄清楚这个问题，必须具有气体及气态混合物的基本定理的知识。下列诸定义将有助于扩大这些知识。

干球温度 由普通温度计所测量的空气温度。

湿球温度 当温度计的水银球包一层湿棉絮并暴露在高速度流动的空气中时温度计所测的温度。

露点温度 空气中的水蒸汽开始凝结时的温度。

比湿（湿度比） 湿空气中的水蒸汽重量与干空气重量之比，用每磅干空气中所含湿气的磅数或格冷（喱）[●]数来表示。

绝对湿度 每单位体积的空气所含水蒸汽的重量，用每立方呎空气中所含水分的磅数或格冷数来表示。

相对湿度 湿空气中的水蒸汽的分压力与其在干球温度下的饱和分压力之比，以百分数表示。

无论何时，空气是不会完全饱和的。由于蒸发冷却的缘故，湿球温度低于干球温度。因为湿球温度是包括湿气在内的热容量的函数，因此，只要已知湿球和干球的温度、相对湿度和露点就可以确定。

当已知干球温度和露点时，相对湿度也可以确定。如果空气是处在饱和状态，则湿球温度计的湿棉絮不发生蒸发，所以干球和湿球的温度相同。在这些情况下，露点温度也与干球温度和湿球温度重合。

表 2 所示为露点和湿球温度随相对湿度的变化。

比热 一磅物质改变温度 1 度所需要的热量，称之为物

● 格冷（喱）为英制重量最小单位；1 格冷（喱）= $\frac{1}{7000}$ 磅。——校者

表 2 露点和湿球温度随相对湿度变化的变化 (干球温度为65~100度)

干球温度 (°F)													
65		70		75		80		85		90		95	
露点	湿球	露点	湿球	露点	湿球	露点	湿球	露点	湿球	露点	湿球	露点	湿球
95	63.5	64.1	68.5	68.9	73.2	73.8	78.5	78.9	83.4	83.7	88.0	92.8	93.5
90	61.9	62.9	66.8	67.9	71.6	72.5	76.9	77.8	81.7	82.4	86.2	91.0	92.0
85	60.2	61.9	65.1	66.6	69.8	71.5	75.0	76.3	79.8	81.0	84.3	89.3	90.2
80	58.4	60.8	63.3	65.6	68.2	70.2	72.9	75.3	78.0	79.8	82.6	87.5	88.8
75	56.9	60.0	61.8	64.7	66.6	69.4	71.4	74.1	76.4	78.7	80.7	85.6	87.4
70	55.2	59.0	59.8	63.6	64.7	68.2	69.4	72.8	74.3	77.5	78.9	83.7	85.9
65	53.1	57.9	57.8	62.3	62.5	66.7	67.3	71.3	72.0	76.0	76.7	81.1	84.2
60	51.0	56.8	55.7	61.2	60.4	65.5	65.2	70.0	69.8	74.5	74.0	78.9	82.7
55	48.7	55.6	53.2	59.8	57.8	64.2	62.6	68.5	67.3	73.0	71.6	76.4	80.9
50	46.0	54.4	50.5	58.4	55.3	62.6	59.9	67.0	64.5	71.1	68.8	73.1	79.2
45	43.1	53.1	47.7	57.1	52.2	61.2	56.8	65.4	61.6	69.4	65.7	70.1	77.5
40	40.0	51.8	44.6	55.9	49.1	59.7	53.8	63.6	58.0	67.6	62.2	66.9	75.4
35	36.9	50.5	41.4	54.4	45.7	58.3	50.0	61.9	54.7	66.0	58.6	63.0	73.4
30	33.0	49.4	37.3	52.9	41.7	56.6	46.0	60.2	50.1	63.9	54.5	58.7	70.9
25	28.5	48.1	32.6	51.3	36.9	54.8	41.2	58.4	45.3	61.7	49.4	53.6	68.3
20	24.0	46.8	27.6	49.8	31.4	53.2	35.5	56.5	39.7	59.8	43.5	47.7	66.1
15	17.8	45.4	21.8	48.3	24.8	51.3	28.5	54.4	32.4	57.5	36.1	39.8	63.3

“露点”：表示露点温度；
“湿球”：表示湿球温度。

(%) 湿度表