

飞机氧气设备

Н. Г. 薩溫柯夫 著
С. В. 庫里柯夫



國防工業出版社



飛機氧氣設備

H·Г·薩溫柯夫、C·B·庫里柯夫 著

陽素英、趙耀良 譯



國防工業出版社

內 容 介 紹

本書詳細地介紹了航空用氧氣設備——機上氧氣設備與地面氧氣設備的製造、使用與維護，並着重地敘述了氧氣設備附件的工作原理和構造。

本書可作為外場使用人員與維護人員、製造廠的技工和專業學校學員的參考資料。

Н. Г. Савенков

С. В. Куликов

КИСЛОРОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
САМОЛЕТОВ

Досааф осер

Москва—1953

本書係根據蘇聯志願支援陸海空軍協會出版社

莫斯科一九五三年俄文版譯出

飛 機 氧 氣 設 備

[蘇]薩溫柯夫、庫里柯夫 著

陽 素 英、趙 耀 良 譯

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 號

北京新中印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 耗 1/32·7 印張·176,000 字

一九五六年三月第一版

一九五六年三月北京第一次印刷

印數：1—1,500 冊 定價：1.32 元

序 言

英勇的蘇聯人民，在蘇聯共產黨和蘇聯政府的領導下所建立的蘇聯空軍，在蘇維埃政權的年代裏已成長為一支強大的武裝力量。

蘇聯空軍在國內戰爭時期，在哈桑湖和哈辛戈爾河流域的戰役中，在與芬蘭白匪軍的鬭爭中，以及在偉大的衛國戰爭的年代裏，曾不止一次地給予我國敵人有力的打擊。在戰勝德國法西斯侵略者和戰勝日本帝國主義的偉大事業中，蘇聯空軍具有巨大的功績。蘇聯空軍的作用獲得了蘇聯全軍最高統帥斯大林同志很高的評價。

“我們英勇空軍机敏的戰術，經常促進陸軍戰鬥的成功，幫助達到了最終粉碎敵人的勝利”^①。

偉大的衛國戰爭結束後，我國在發展航空事業中獲得了新的成就。戰後年代裏，我國飛機的飛行速度、高度和航程已有顯著的提高。

作高空飛行氧氣設備是不可缺少的。在高空飛行中，飛機氧氣設備能保證人體正常的生活力和飛行人員正常的工作能力。因此，飛機氧氣設備的狀態及其準備工作的良好與否，不僅決定着戰鬭任務能否勝利完成，同時與飛行人員的生命安全也是緊密相聯的。

飛機氧氣設備在飛行中的工作是否可靠，主要在於地面上的技術維護是否妥善。爲了能純熟地使用氧氣設備，不但首先要對全套飛機氧氣設備和其中各種輔助設備的構造具有深刻的、確切

^① 約·維·斯大林“論蘇聯偉大衛國戰爭”一九四九年莫斯科中文版 170 頁。

的了解，而且同樣地也要了解它們在飛行中的使用特點。

本書詳細地說明了飛機氧氣儀表和全套氧氣設備中附件的工作原理和構造。並以很大的篇幅敘述了關於飛機氧氣設備的技術使用問題、按主要的技術參數對其進行檢查的方法以及檢查時所需的各種試驗器。

同時在本書的某幾章中還研究了幾個附帶的而實際上是極其重要的問題：製氧、氧氣瓶的充氧和氧的保存。

此外，本書並在理論上簡單地敘述了地球周圍大氣的構造和氧的物理性質。

目 錄

序 言.....	I
----------	---

上篇 飛機氧氣設備

第一章 飛機上使用氧氣設備的必要性	1
§ 1. 地球上大氣的構造.....	1
大氣的壓力.....	4
大氣的溫度.....	5
空氣的比重和密度.....	7
空氣的濕度.....	8
§ 2. 高空飛行和高空飛行的優點.....	10
低氣溫對身體的影响.....	11
低氣压对身体的影响.....	11
氧氣不足對身體的影响.....	12
第二章 氧氣的物理性質	17
§ 3. 大氣的成分.....	17
§ 4. 氧和氧的性質.....	17
§ 5. 氧氣的製造方法.....	19
化學製氧法.....	19
電解製氧法.....	19
空氣製氧法.....	20
卡皮茲(П. Л. Капиц)院士的空氣液化法.....	22
液態空氣的分解.....	23
高空飛行時呼吸用氧氣應達到的要求.....	24
處理液態氧和氣態氧時的技術安全.....	24
§ 6. 氧氣的分析.....	25
第三章 氧的保存.....	29
§ 7. 真空瓶.....	29
§ 8. 氧氣瓶.....	31

氧氣瓶開關·····	34
氧氣瓶可能產生的故障·····	37
氧氣瓶的使用規則·····	41
§ 9. 氧氣瓶的保存·····	42
§ 10. 氧氣瓶的運輸·····	44
第四章 氧氣壓縮機及充氧汽車·····	47
§ 11. 飛機氣瓶（小號氣瓶）的充氧·····	47
§ 12. 氧氣壓縮機·····	50
KH-2 氧氣壓縮機·····	50
KH-3 氧氣壓縮機·····	60
§ 13. 飛機氣瓶的機上充氧·····	61
§ 14. 充氧汽車·····	65
AK3C-15 a 充氧汽車·····	65
AK3C-10 充氧汽車·····	77
第五章 固定式氧氣儀表·····	84
§ 15. КПА-збис 連續供氧式氧氣儀表·····	84
§ 16. 肺式氧氣儀表·····	93
КП-14 氧氣儀表·····	93
КП-18 氧氣儀表·····	107
КП-16 氧氣儀表·····	108
第六章 攜帶式氧氣儀表·····	119
§ 17. КП-19 氧氣儀表·····	119
§ 18. КП-15 跳傘用氧氣儀表·····	124
第七章 飛行貯氧量的計算·····	131

下篇 氧氣設備的安裝、使用和修理

第八章 關於飛機上安裝和使用氧氣設備的一般知識·····	141
§ 19. 安裝固定式氧氣儀表的基本要求·····	141
§ 20. 安裝 КП-15 跳傘用氧氣儀表的基本要求·····	143
§ 21. 氧氣設備於飛行前的準備·····	144
§ 22. 飛行中氧氣儀表的使用·····	148
§ 23. 氧氣設備在飛行後的外觀檢查·····	152
§ 24. 冬季使用氧氣設備前的準備·····	153

§ 25. 氧氣設備可能產生的故障	153
固定式儀表可能產生的故障	154
攜帶式儀表可能產生的故障	158
第九章 氧氣儀表的檢查及試驗器	161
§ 26. KY-1 型氧氣試驗器	161
KY-1 型試驗器於工作前的準備	163
吸入的混合氣中氧氣含量百分數的測定	165
氧氣儀表吸氣阻力的檢查	166
KII-14 和 KII-18 氧氣儀表肺式自動調節盒活門 氣密性的檢查	168
低壓內腔氣密性的檢查	168
減壓器的檢查	169
試驗器的維護	170
KY-1 型試驗器可能產生的故障及其排除方法	171
§ 27. KY-2 型氧氣試驗器	172
KY-2 型試驗器於工作前的準備	175
KII-14 和 KII-18 氧氣儀表低壓內腔氣密性的檢查	175
氧氣儀表肺式自動調節盒活門氣密性的檢查	177
KII-14 和 KII-18 型氧氣儀表吸氣阻力的檢查	177
KP-14 減壓器應急開關供氧量的檢查	179
KP-14 減壓器變壓室內調整的壓力的檢查	182
儀表空氣自動調節器活門關閉的檢查	182
試驗器的操作及維護	184
第十章 氧氣設備的外場修理	185
§ 28. 關於氧氣設備外場修理的一般知識	185
§ 29. KII-14 氧氣儀表分解成主要組合件的方法	185
§ 30. KII-14 氧氣儀表各單個組合件的分解、外觀檢查、 修理、裝配和調整	186
殼體與帶按鈕的側蓋	186
薄膜	186
肺式自動調節盒	187
噴射器	189
空氣自動調節器	191
肺式自動調節盒傳動鋼片位置的檢查和調整	194

KII-14 氧氣儀表壳体氣密性的檢查	196
KP-14 氧氣減壓器的修理和檢查	197
IK-14 氧氣示流器的修理和檢查	198
氧氣壓力表的修理和檢查	201
KIII-10 氧氣軟管的檢查	203
KM-14 氧氣面罩的檢查	204
§ 31. 檢查 KII-15 跳傘用氧氣儀表的一般知識	205
流經毛細管的氧氣強度的檢查	205
充氧接咀活門氣密性的檢查	206
轉向開關的檢查	207
儀表氣密性的檢查	208
儀表供氧強度及其工作可靠性的檢查	209
參考書	210

上篇 飛機氧氣設備

第一章 飛機上使用氧氣設備的必要性

§ 1. 地球上大氣的構造

包圍着地球的空氣層叫做大氣。研究大氣和大氣中各種現象的科學稱為氣象學。

了解大氣的性質對航空的用途極大。飛機在空中飛行時承受的阻力、飛機的升力、發動機產生的推力和飛機乘員組的工作條件均與大氣的性質有關。

在大氣構造和研究大氣的新方法方面，俄羅斯科學家是許多發現和發明的創始人。蘇聯氣象台網的建立早於其它國家。建立氣象台網來研究大氣是由偉大的俄羅斯科學家羅蒙諾索夫 (М.В. Ломоносов) 首先提出的。羅蒙諾索夫想使氣象儀器上升到大氣中研究大氣，因此他在1754年製造一架直升飛機的模型。

1804年6月30日俄羅斯科學院院士查哈羅夫 (Я.Д. Захаров) 在世界上第一次乘氣球升空作科學研究。

1849年俄羅斯在世界上首先建立了觀象台——總物理觀象台^①。

著名的俄羅斯科學家門傑列也夫 (Д.И. Менделеев) 對研究大氣方面的科學具有很多寶貴的貢獻。他曾說：在上層大氣中設有氣候的實驗室。

1887年門傑列也夫曾乘氣球升空研究大氣。

俄羅斯科學家雷卡切夫 (М.А. Рыкачев)、波摩爾切夫 (М.М.

① 現稱地球總物理觀象台。

Поморцев) 和較晚的庫茲涅佐夫 (В.В.Кузнецов)、佛里得曼 (А.А.Фридман) 以及其他科學家在研究大氣方面也具有很多貢獻。雷卡切夫和波摩爾切夫曾升空研究大氣。

十九世紀末庫茲涅佐夫用裝有氣象儀的風箏來研究大氣。

1916年佛里得曼第一次用飛機研究大氣。

在偉大的十月社會主義革命後,研究大氣的範圍就更加廣泛。

1930年1月30日蘇聯製造了世界上第一架研究大氣的無線電探空儀。這架無線電探空儀根據莫爾察諾夫 (П.А.Молчанов) 的意見和在其它的指導下安裝在地球總物理觀象台上。

1934年蘇聯飛行員乘同溫層氣球“奧索1”號升到22000公尺的高空研究大氣。

現在,人們利用偉大的俄羅斯科學家喬爾可夫斯基 (К.Э.Циолковским) 發明的火箭來研究大氣。

大氣可分為三層: 變溫層 (對流層)、同溫層和電離層 (圖1)。

貼近地面的最下一層大氣叫做變溫層。變溫層的主要特點如下:

1. 空氣的溫度和壓力隨高度的增加而有規律地逐漸減低;

2. 變溫層內大氣因各不同地區 (如山嶺區、河湖區和其它地面) 受日光照射而起的溫度的變異,產生不定的和各種不同的氣流 (風);

3. 由於含有由地面升起

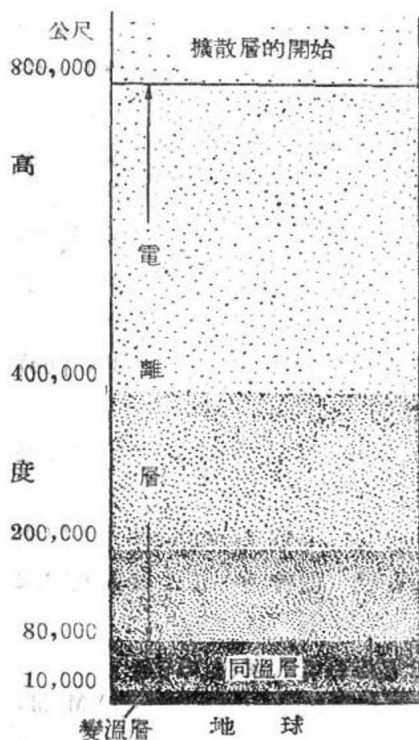


圖1. 大氣層的分佈

的水蒸汽、液體和固體的混合物，因而形成雲、雪、雨、雹及風暴等現象。

同溫層位於變溫層之上（拉丁語叫“Стратос”）。目前對同溫層的研究比對變溫層的研究較少。在同溫層中還未發現變溫層中所有的大部分現象，在同溫層中幾乎完全沒有雲和霧，且風以頗大的速度吹向某同一方向。變溫層和同溫層之間停止繼續降低溫度的過渡區域叫做變溫休止層。變溫休止層的高度根據各個地域地理上的緯度和季節的不同而定。由於靠近赤道的地面較靠近兩極的地面受熱大，因而前者就能影響到更高的空氣狀態。夏天地面受熱比冬天強烈，所以夏天與地面接觸的空氣亦比冬天受熱強。因此，在赤道上變溫休止層比在兩極高；變溫休止層夏天升高，冬天便降低。變溫層的年平均高度在赤道是15000~17000公尺，在兩極是7000~8000公尺。在中緯度變溫休止層的高度約為11000公尺（圖2）。

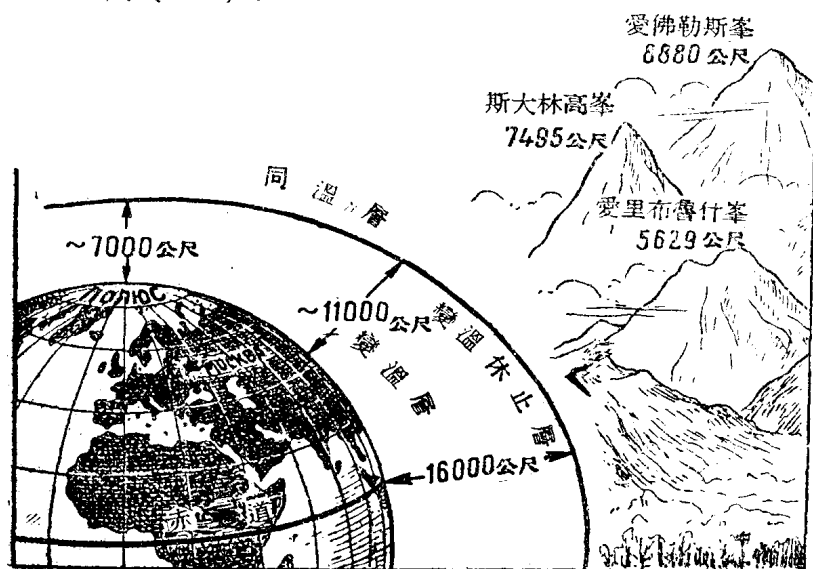


圖 2. 在各緯度不同地區上的變溫休止層

電離層位於80000公尺以上，即在同溫層範圍之外，是導電性極強的空氣層，這裡的空氣密度非常小。電離層是我們科學研

究家進一步深入研究的對象。

目前，隨着噴氣式飛機的發展，研究同溫層便具有特別重大的意義。在同溫層中，因空氣的密度小，稀薄空氣的阻力亦小，所以即使發動機的功率不變，飛機的飛行速度也會大大增加。

大氣狀態以其壓力、溫度、密度和濕度表示。

大氣的壓力

大氣作用於地面的重力稱做大氣壓力。大氣壓力的大小決定於單位面積上空空氣柱(至大氣頂端)的重量。在海平面上，溫度為 0°C 時，大氣的平均壓力等於 1.033 公斤/公分^2 。該壓力稱做物理大氣壓。 1.033 公斤/公分^2 的空氣壓力等於760公厘水銀柱的壓力(圖3)。

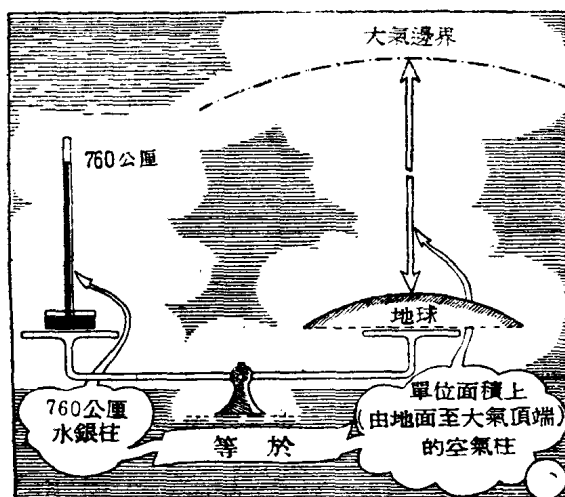


圖 3. 以水銀柱的高度測量大氣壓力

以物理大氣壓作為測量壓力的單位進行各種計算甚為不便，因此在工程中測量壓力是應用工程大氣壓；一工程大氣壓等於 1 公斤/公分^2 ，在 0°C 時相當於735.5公厘水銀柱。例如：氣體施於飛機發動機氣缸中活塞的壓力等於40個大氣壓，即等於 40 公斤/公分^2 大氣壓力。

地球上的一切物體，甚至人體都要承受 1.033 公斤/公分^2 大氣壓力。如果人體的平均表面約為 15000 公分^2 ，很明顯，人體的全部表面共承受約 15500 公斤 壓力。因為這些壓力是均勻地分佈在身體的內外表面上，所以人並沒有為此而感到任何不舒服。

但是，當大氣壓力改變時，人的身體便開始產生機能變化。例如在高山頂上，空氣稀薄，且壓力低於標準大氣壓，即低於我們身體所習慣的壓力，此時人就會因空氣不足而感到難受。

大氣的壓力是不定的，它隨高度的增加而改變。我們在空中升得越高，在我們上面的空氣柱就越短，因而大氣壓力也就越小。測量大氣壓力需用專門的儀器，這種儀器叫做氣壓表。

大 氣 的 溫 度

物體加熱的程度叫做溫度。現在科學上和工業上測量溫度，主要是使用攝氏刻度 (Шкала Цельсия)。攝氏刻度的一度在標準大氣壓 (760 公厘水銀柱) 下，是冰的融點 (0°) 和水的沸點 (100°) 之間溫度間隔的百分之一。攝氏零度以上的溫度是正數，攝氏零度以下的溫度是負數。以攝氏刻度計算的溫度用符號 t° 表示，例如： $t^\circ = +15^\circ\text{C}$ 或 $t^\circ = -19^\circ\text{C}$ 。

1919年在蘇聯採用公制測量單位的同時，就應用了攝氏刻度。除攝氏刻度外，還可以用凱氏刻度 (Шкала Кельвин) (絕對刻度) 測量溫度。溫度的絕對刻度和攝氏刻度的不同點在於：絕對刻度的零度較冰的融點低 273 度 (圖 4)。從絕對零度開始計算的溫度叫做絕對溫度，用 T 表示。絕對溫度比從冰的融點開始計算的溫度高 273° ，即 $T = 273^\circ + t$ ；反之，從冰的融點開始計算的溫度比絕對溫度小 273° ，即 $t = T - 273^\circ$ 。

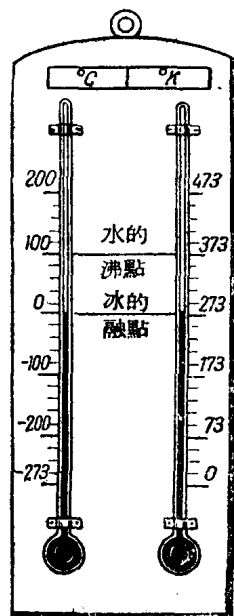


圖 4. 攝氏溫度計和絕對溫度計的刻度

例1. 將 15°C 化爲絕對溫度，應爲多少度？

解 $T = 273^{\circ} + t^{\circ} = 273^{\circ} + 15^{\circ} = 288^{\circ}$ 。

例2. 將絕對溫度 249° 化爲攝氏溫度，應爲多少度？

解 $t = T - 273^{\circ} = 249^{\circ} - 273^{\circ} = -24^{\circ}\text{C}$ 。

絕對刻度只有一個符號，永遠爲正號。絕對刻度的零度具有一定的物理意義。當 $T = 0$ 時（即 $t = -273^{\circ}\text{C}$ 時），氣體的絕對壓力變爲零，同時氣體分子的混亂運動（因熱產生的運動）完全停止。因此絕對溫度是從一般最低的温度開始計算的。

羅蒙諾索夫首先在其著作“冷熱原因的研究”中提出了某種不變的低溫存在的概念。他曾這樣說：“……運動（微粒的運動）可以減少到這樣的程度，使物體最後達到完全靜止的狀態，且無法繼續減少運動。因而，根據需要應該有使物質微粒處於完全靜止狀態的極限冷。”

空氣溫度是不定的，隨着高度的增加而減低，地面的空氣溫度值爲最大。因爲大氣有讓陽光通過而到達地面的特性，距地面越遠，溫度就愈低，因此大氣吸收太陽的熱也就愈少。太陽發出的熱均被地球吸收，然後再擴散到大氣中。

地球發出的熱被空氣中的水蒸汽、二氧化碳及烟與灰塵的微粒吸收，而水蒸汽和各種懸浮的微粒大都在接近地面的大氣中，因此接近地面的空氣也就比較熱。高空中空氣稀薄，密度小，水蒸汽和其它分子也比較少，因此高空的空氣比較冷。

這樣一來，射到地面的陽光就將地面晒熱，而由地面發出的熱又使接近地面的空氣層溫度升高。

熱空氣較輕而上升，冷空氣則下降，結果造成空氣的不規則流動，即爲風。

高空的空氣溫度比靠近地面的空氣溫度低，這不僅是因爲高空的空氣距離被太陽晒熱的地面遠，而且因爲氣體具有膨脹後溫度降低，壓縮後溫度升高的特性。例如：打氣泵的活塞壓縮空氣時，就可以發現空氣的溫度升高；反之，如從氣瓶中放出壓縮氣體，則氣體在膨脹的同時，使氣瓶的開關冷卻。同樣，上升的空氣進入稀薄的大氣層中時，亦在膨脹的同時冷卻。

多次測量證明，變溫層中每升高 100 公尺空氣溫度平均降低 0.65°C 。每升高 100 公尺溫度降低的數值為 0.65，叫做溫度直減率，用字母 t_{gr} 表示。知道了溫度直減率和靠近地面的溫度，就可以按下列公式計算變溫層中任何高度的溫度。

$$T_H = T_0 - (t_{gr} H),$$

式中 T_H —— H 高度處的絕對溫度；

T_0 ——地面的絕對溫度；

t_{gr} ——溫度直減率；

H ——飛行高度（公尺）。

例：設地面溫度 $T = 288^{\circ}$ ，求高度 $H = 6000$ 公尺空間的溫度 (T_H)。

$$T_H = 288 - (0.65 \times 60) = 288 - 39 = 249^{\circ}.$$

或化為攝氏溫度：

$$t^{\circ} = T - 273 = 249 - 273 = -24^{\circ}\text{C}.$$

同溫層中，大約在 30000 公尺以下的範圍內，空氣的溫度不變，即等於 -56°C 。高度繼續增加（至 50000 公尺）時，空氣的溫度則增高（至 $+50, +70^{\circ}$ ），這是因為在這範圍內有許多臭氧存在的緣故，臭氧有吸收大量太陽輻射能的特性。

從 50000 公尺起，溫度又開始減低。在同溫層上邊界，即 80000 公尺高處，異常寒冷，這裡的溫度低至負 $70 \sim 80^{\circ}$ 。

空氣的比重和密度

大氣的狀態，除壓力和溫度外，還可由空氣的比重和密度表示。

空氣的比重 是一立方公尺空氣的重量。在正常狀態下，即壓力 $P = 760$ 公厘水銀柱，溫度 $t = 15^{\circ}\text{C}$ 時，一立方公尺空氣重 1.225 公斤/公尺³。比重用希臘字母 γ (gamma) 表示。

比重不能完全表示大氣的狀態。爲了要完全表示大氣的狀態，還需要了解空氣的密度。

空氣的密度 是一立方公尺空氣的質量。密度也就是比重和重力加速度之比。密度用希臘字母 ρ (P_0) 表示。

$$\rho = \frac{\gamma}{g},$$

式中 ρ ——空氣的密度 ($\frac{\text{公斤} \cdot \text{秒}^2}{\text{公尺}^4}$) ;

γ ——空氣的比重 ($\text{公斤}/\text{公尺}^3$) ;

g ——重力加速度，即等於 $9.81 \text{ 公尺}/\text{秒}^2$ 。

在正常狀態下，密度等於 $0.125 \frac{\text{公斤} \cdot \text{秒}^2}{\text{公尺}^4}$ 。

空氣的比重和密度是不定的，隨高度的增加及溫度和壓力的改變而減小。

空氣的比重與壓力和溫度的關係可用下式表示：

$$\gamma_H = \gamma_0 \frac{T_0 P_H}{P_0 T_H},$$

式中 γ_H —— H 高度處的空氣比重；

γ_0 ——地面空氣的比重；

T_0 ——地面空氣的絕對溫度；

P_0 ——地面空氣的壓力；

T_H —— H 高度處的空氣絕對溫度；

P_H —— H 高度處的空氣壓力。

空氣的濕度

大氣中含有若干呈蒸汽狀態的水分。蒸汽的含量是不定的，根據空氣的溫度而變：溫度越高，大氣中所含蒸汽越多。

實際上常應用的有空氣的絕對濕度和相對濕度。

絕對濕度是指該狀態下一立方公尺空氣中所含蒸汽的重量。

相對濕度是空氣中的蒸汽量與同一溫度下空氣的飽和蒸汽量之比。

大氣中存在的蒸汽是由海洋、河流、地面和植物蒸發出來的。