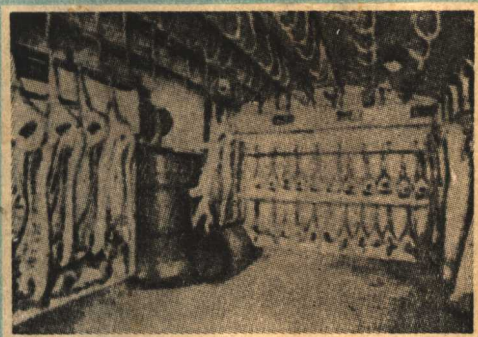




屠恆峰 孟筠編著

实用致冷学

科学技术出版社

78.58
1792

实 用 致 冷 学

屠恒峰 孟 筠 編 著

科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書介紹我國致冷工業情況和切合实用的致冷科学。內容包括致冷原理、計算公式以及实际应用。如关于制冰的实地經驗，冷藏的先進方法，和專为目前全國各企業單位計劃劳动保护、降溫防暑、安全生產、技術措施的空气調節或冷气工程，書中都有說明，可供致冷工作者參考。

实 用 致 冷 学

編 著 者 屠 恒 峰 孟 筠

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路2004号)

上海市書刊出版业营业許可証出 079 号

上海土山灣印刷厂印刷 新華書店上海發行所总經售

*

統一書号: 13119 · 102

开本 787×1092 耗 1/32 · 印張 5 15/16 · 字數 122,000

1957 年 10 月第 1 版

1957 年 10 月第 1 次印刷 · 印數 1~1,350

定價: (10) 0.95 元

序 言

为了配合祖國社会主义建設，積極培养致冷技術人材，并为适合廣大讀者的要求，將当年編著的供南京鼓楼机器冰厂內部致冷作業人員的工程参考手册，經過逐步修訂和充实内容，而成本書，可作致冷工程作業人員的参考手册。

本書内容着重于实际应用的知識，同时也將一切有关我國的致冷資料，不論是数千年前的歷史記載，或最近期間的劳动創造，尽量予以搜集；其次將苏联的先進致冷技術，亦一一列入，力求内容更为全面。

書中所用的各种專門名詞，如經科学院公布命名的，則全部采用；未經公布的各种致冷学專門名詞，暫由編者譯定。

書中所有各种計算公式，尽量利用通用数字与符号。关于各种單位，为了适当照顧習慣起見，部分仍沿用英國制度；但將所有重要換算公制公式及数值，随时排列，以便更适合讀者的使用。但由于編者業務和技術水平所限，内容仍感不足，欢迎讀者予以批評指正。

偉大的社会主义建設高潮已經到來，我們每一个站在祖國科学技術崗位上的战士，一定要積極貢獻出自己的力量，來共同担負起在十二年内赶上世界先進科学水平的战斗任务。

編 者 1956年10月1日

目 錄

序言

第一章 緒論..... 1

1-1 从大自然說起..... 1	1-11 水蒸汽的焓..... 7
1-2 冰的歷史..... 2	1-12 空气的性質..... 8
1-3 天然冰..... 3	1-13 湿球温度..... 9
1-4 热..... 3	1-14 湿度..... 10
1-5 热的傳遞..... 4	1-15 露点..... 10
1-6 热的測量..... 5	1-16 大气湿度圖使用法..... 12
1-7 絕對温度和絕對压力..... 5	1-17 能的轉變..... 14
1-8 热能單位..... 6	1-18 致冷的功率單位..... 14
1-9 比热..... 6	1-19 致冷的定义..... 15
1-10 潜热..... 6	1-20 致冷的⌒方法..... 15

第二章 致冷剂..... 17

2-1 致冷剂的解釋..... 17	2-5 氮甲烷..... 22
2-2 氨..... 18	2-6 鹵化甲烷族..... 22
2-3 二氧化碳..... 19	2-7 沸点温度压力圖..... 25
2-4 二氧化硫..... 19	2-8 致冷剂急救要点..... 25

第三章 压缩法——直接膨胀致冷系..... 28

3-1 致冷系的循环..... 28	3-6 分油器..... 32
3-2 压缩机..... 29	3-7 冷凝器..... 33
3-3 往复式压缩机..... 29	3-8 多管式冷凝器..... 34
3-4 离心式压缩机..... 31	3-9 淋水式冷凝器..... 34
3-5 旋轉式压缩机..... 32	3-10 承受器..... 35

3-11 膨胀阀.....	35	3-15 热交换器.....	37
3-12 平均结.....	36	3-16 吸水器.....	37
3-13 蒸发器.....	36	3-17 管子.....	37
3-14 分离器.....	37	3-18 管子的大小.....	38

第四章 压缩法——间接盐水制冷系.....40

4-1 间接制冷循环.....	40	4-8 排气压力.....	43
4-2 氨压缩机的运用.....	41	4-9 排气压力不正常的原因.....	44
4-3 制冷量的损失.....	41	4-10 承受器内氨的压力.....	45
4-4 压缩机的压力问题.....	42	4-11 盐水圈.....	45
4-5 吸气压力.....	42	4-12 盐水的选择.....	46
4-6 吸气压力不正常的原因.....	42	4-13 盐水管子.....	48
4-7 氨制冷系内水分的排除.....	43		

第五章 氨吸收法制冷系.....49

5-1 吸收法概念.....	49	5-7 吸收器.....	51
5-2 产生器.....	50	5-8 氨泵.....	51
5-3 分析器.....	50	5-9 其他附件.....	51
5-4 校纯器.....	50	5-10 家庭用吸收式制冷机.....	52
5-5 冷凝器.....	50	5-11 固体吸收系统.....	53
5-6 蒸发器.....	51	5-12 吸收法的优点.....	53

第六章 真空蒸发制冷系.....54

6-1 真空蒸发制冷系.....	54	6-8 干冰.....	57
6-2 真空蒸发制冷原理.....	55	6-9 储藏干冰.....	58
6-3 冷凝器.....	55	6-10 干冰的优点和应用.....	58
6-4 冷水的循环.....	56	6-11 凉水塔.....	58
6-5 需要的水蒸汽.....	56	6-12 喷水池.....	58
6-6 运用要点.....	56	6-13 水量自动调节阀.....	59
6-7 压缩比和压力温度的关系.....	56		

第七章 制冷氨的应用.....62

7-1 液氨的应用.....	62	7-2 制冷机液氨的加入.....	62
----------------	----	-------------------	----

7-3 致冷机發生死氮的原因	63
7-4 氮的滲漏偵查	63
7-5 氮的純粹試驗法	65

7-6 由致冷机將液氮轉注于貯 氮桶	66
7-7 貯氮桶的裝置	66
7-8 氮的急救法	67

第八章 制冰厂 69

8-1 人造冰	69
8-2 設備問題	69
8-3 壓縮机的選擇問題	69
8-4 壓縮机的制冰量	70
8-5 冷凝器的選擇	70
8-6 制冰設備	72
8-7 鹽水池	72
8-8 鹽水攪动机	74
8-9 冰桶	74
8-10 空气攪动机	75
8-11 低压法攪动空气的設備	76

8-12 低压法的初步攪动	76
8-13 高压法	77
8-14 起冰机	78
8-15 融冰桶	78
8-16 提冰柱	78
8-17 加水机	79
8-18 核心吸水机	79
8-19 冰的种类	79
8-20 冰冻時間的研究	79
8-21 棒冰	81

第九章 冷藏厂 82

9-1 冷藏工業和人民生活	82
9-2 冷藏物品的理論	83
9-3 溫度对細菌的影响	84
9-4 冷藏和空气湿度的关系	84
9-5 空气循环与空气流通	85
9-6 冷藏庫冷气蒸發管的去霜 問題	86
9-7 各种物品的冷藏情形	86
9-8 水果	86
9-9 肉类	90

9-10 乳酪类	91
9-11 魚类	91
9-12 五谷类	93
9-13 皮貨毛貨	97
9-14 快速冻结法	97
9-15 冰盖倉庫	99
9-16 苏联科学家把原子能利用 于和平事業的新成就	100
9-17 苏联先進技術的干藏食物 法	101

第十章 絕热材料 103

10-1 絕热材料的重要	103
10-2 热的傳導方程式	103

10-3 热的对流方程式	106
10-4 絕热材料的選擇	109

10-5 冷藏庫構建观点·····	113	10-8 防止水管冻结絕热材料厚度·····	116
10-6 絕热材料的防水問題·····	114	10-9 絕热水泥·····	117
10-7 低温管子的絕热材料·····	115		

第十一章 空气調節····· 118

11-1 空气調節的說明·····	118	11-8 潔淨問題·····	122
11-2 空气調節的重要·····	119	11-9 空气量的供給·····	122
11-3 降低气温·····	120	11-10 适宜的气温及有效温度·····	124
11-4 空气調節的设备·····	120	11-11 空气調節与医療事業·····	124
11-5 噴霧器·····	120	11-12 工業用空气調節·····	123
11-6 湿度調節·····	122	11-13 苏联生產工厂空气調節制度参考·····	127
11-7 干燥法空气調節·····	122		

第十二章 冷气工程設計····· 131

12-1 引言·····	131	12-6 第四項因素·····	136
12-2 冷气工程設計举例·····	131	12-7 第五項因素·····	137
12-3 計算第一項因素·····	132	12-8 空气調節机的大小·····	139
12-4 計算第二項因素·····	134	12-9 再热問題·····	140
12-5 第三項因素·····	135		

第十三章 通風管及風扇····· 141

13-1 引言·····	141	13-7 風扇·····	145
13-2 通風管·····	141	13-8 选用風扇的必要数据·····	146
13-3 基本的設計因素·····	142	13-9 通風管摩擦損失·····	147
13-4 第一種方式·····	142	13-10 弯头摩擦損失·····	150
13-5 第二種方式·····	143	13-11 風扇馬力·····	151
13-6 暖空气排出管·····	145		

第十四章 电冰箱····· 152

14-1 电冰箱名称的解釋·····	152	14-5 自动管制机鍵·····	153
14-2 电冰箱和人民生活·····	152	14-6 自动电鍵·····	155
14-3 冰箱的种类·····	152	14-7 自动膨脹閥·····	155
14-4 电冰箱提要·····	153	14-8 低压浮動閥·····	156

14-9 高压浮动閥	156
14-10 毛細管	158
14-11 电冰箱的电动机	158
14-12 交流剖相感应电动机	159
14-13 交流排斥感应电动机	159
14-14 交流电容电动机	159
14-15 直流电动机	160

14-16 交流感应电动机	160
14-17 直流复激繞組电动机	160
14-18 电动机的自动保护調節开关	160
14-19 电冰箱使用要点	161
14-20 冰箱的优点	161

第十五章 致冷压缩机的潤滑問題 162

15-1 引言	162
15-2 潤滑問題	162
15-3 往复式压缩机	163
15-4 离心式压缩机	164
15-5 潤滑設計方式	165
15-6 澆油式潤滑	165
15-7 压力式潤滑	165
15-8 浸油式潤滑	166
15-9 填料盒	166
15-10 压缩机潤滑系的透明管	167

15-11 潤滑油工作特性	167
15-12 泡沫	168
15-13 腐蝕和化学安定性	168
15-14 致冷潤滑油的特性	168
15-15 塊狀試驗	169
15-16 水分的影响	170
15-17 电介質强度	170
15-18 避免水分的注意点	171
15-19 致冷剂对潤滑油的影响	171
15-20 最近研究情形	171

第十六章 高效率的运用 172

16-1 如何提高效率	172
16-2 致冷系数	172
16-3 卡諾循环	172
16-4 簡單的蒸發循环	173
16-5 嫡	174
16-6 吸气压力的影响	174
16-7 排气压力的影响	175

16-8 水箱的影响	175
16-9 过冷	175
16-10 过热及过冷的影响	176
16-11 压缩机的設計問題	177
16-12 原动力的考慮	177
16-13 致冷工業的地点問題	179
16-14 总结	180

第一章 緒 論

1-1 从大自然說起 日月星辰、銀河地球和其他成千成万的天体，構成了整个宇宙。人类栖息着的地球，是太陽系天体之一。地球繞太陽而行，有自轉和公轉，自轉一轉，成了晝夜；公轉一圈，成了四季。各地气候不同，陰晴風雨，雷电冰雹，变化多端，但都可以用自然規律來解釋，其中并無什么風伯、雨师、雷公、雷婆存在。过去民間所流傳的“鄭衍下獄，三年不雨”、“齐妇含怨，六月飛霜”等，也都是一些神話而已。今天我們應該用辯証法唯物論的觀點，找出了自然科学發展的規律性，來处理一切事物；更須嚴格地批判一切反科学的唯心的謬論。

以致冷的眼光來看，地球本身，倒就是一座巨大無比的致冷机器。地球轉动时，地面接受四周天体，尤其是太陽的輻射能。由于各地緯度不同，当地大气層稀密不等，和受陽光久暫的关系，再加上水分和地形的影响，气温变化極复雜，各种生物的生長和分布情形也因此不同；但無論如何，地球能供給人类和其他生物一个适宜的共同生存空間。致冷学的另一个目的，是調節气温；如此說來，地球本身，豈不是一座最复雜的致冷机嗎？

但是要得到特別适宜于人类進行各种劳动生產的气候，却要依靠人类本身的努力，改造自然，人定勝天。

我們偉大的祖國，即將進行第二个五年建設計划，为了使各种工業建設勝利地达到預定指标，許多工作部門，都应和致冷工

程配合运用,因此我們必須掌握这种科学知識和技術,不断地鑽研學習。

1-2 冰的歷史 古代埃及人已知如何造冰,他們在寒夜,把盛滿清水的淺盤放在露天,第二天早晨,水面就有薄冰。古希臘人更進一步能利用因蒸發而吸熱的原理,把體積很大的陶器瓶,放在通風的高處,裝滿了水,蓋上,整夜不停地另外用水洒在瓶外,水分蒸發時的吸熱作用,使瓶里的水逐漸結冰。古羅馬人則往往到高山上去取雪塊,貯在茅草小屋里,隨時取用。

東方人利用蒸發吸熱作用,把涼水充飲料,已有數百年的歷史。他們把冷開水放入多孔的粗陶器內,夜間放在屋頂,利用自然通氣和由毛細管滲透出的水分蒸發作用,使水變涼。近加爾各答的印度人,更在高處掘了淺穴,上鋪不易傳熱的藤條、竹梗或蔗莖,再把盛滿冷開水的陶器放入,如果當夜天晴有風,次日清晨,陶器內就結有薄冰。

十九世紀,在新大陸也有冬季藏冰、夏季應用的記載。那時波士頓有個 F. 杜德,有“世界冰王”之稱。他的冰不但運銷本國,并有裝船運到巴西、西印度群島、印度和香港等地。

我們中國史籍,關於冰的記載,在詩經里面已經提到過冰窖。此外,周禮有“凌人夏頒冰掌事”——“古代國家,冬季取冰,藏之凌陰,為消暑之用。有專官掌其事,謂之凌人。……掌事,主賜冰之多少,應得或不應得之事”。鄴中記載“曹操在臨漳縣西南設井,建石虎于其上藏冰。三伏之日以賜大臣”。又唐云仙雜記“長安冰雪,至夏月則價等金璧,惟白樂天以詩名動于閭閻,每需冰雪,論筐取之,不復償值”。此外對於夏月用冰記載,考之史籍,尚有玉堂雜記、杜陽雜編等等。可知我們祖國智慧的勞動

人民，老早就知道了如何窖藏天然冰并如何利用它。如果以詩經或以周禮作為根據，那末我國對於用冰，至少已有數千年的歷史了。

我國沿海漁民，在出海捕魚以前，常將冬季貯藏的天然冰裝入船艙，以便日後捕得魚類時，充作冷藏材料，以保持并延長魚類的新鮮程度。所謂冰鮮船，也已有了悠久的歷史。意大利人馬哥孛羅（1254~1324），于元朝初年曾來中國，一住二十余年，回去後曾寫一部游記，描寫當年中國的繁華和介紹中國的文物。并帶去了做冰和冰酪的方法，傳遍了歐洲各地；難怪在歐洲，意大利人是最早試驗人造冰的。

1-3 天然冰 在水田、河浜、池塘表面的水，一到冬季，受氣溫的影響，開始結冰。華北東北一帶，結成的冰塊，又大又厚，便于窖藏。但江南一帶，收穫量的多寡，却要看氣候來決定。為了增加產量，江南人民，常在水田（即收割後的稻田，冬季利用它結冰，是農村副業之一）表面，隔相當距離，平行地綁上一行一行草繩，使水面較小，減少受西北風吹動的影響，比較凍結得快。

沿海漁業發達之區，冬季天然冰的收穫量，常足以影響冰鮮魚價的高低，直接影響了漁民的生活，間接影響了消費的市場。為了發展漁業，保存漁獲物和漁產品，在全國尚未大規模機械化致冷以前，對於窖藏天然冰，還是值得重視和提倡的。盡量發掘和發揮各種物質的作用，使“物盡其用”，做到了全面節約，不浪費物資，是新中國科技工作者所義不容辭的責任。

1-4 熱 冷和熱，是相對的名詞。任何物質分子所有的位能和動能，就是該物質的熱能。冷，不過是指物質內部分子運動較低，或熱能較少。僅是人的觸覺反應。

分子振蕩剧烈，則物質的热力动能增加，給人的感觉是热。热的產生，可由于摩擦，冲击，压力，日光幅射，电，化学，燃燒等。

物質的热力位能也可以增加，方法是使它膨脹或改变形态。如由固态化为液态或气态时所加入的能，这样使物質分子間距离变大，便貯在物質內，成为它的热力位能。

1-5 热的傳遞 热是能量的一种形式。由于物質間温度不同，热由高温处傳到低温处。傳热的方式可分三种，即傳導、对流和幅射：

(1) **傳導** 热的傳導是指具有較高动能的分子，把本身一部分能量直接經分子运动，傳給动能低的分子。而分子动能的

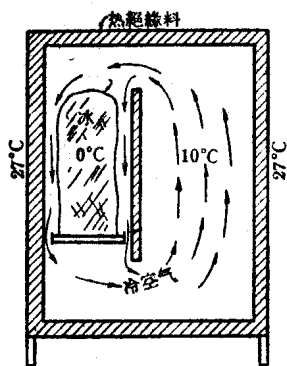


圖 1-1 热的对流

高低直接和它的热量成比例，因此热可由物質温度高的一端，傳導至温度較低的一端。如圖 1-1 中冰箱外面的 27°C (80°F) 空气与絕热材料接触部分，即有热的傳導現象發生。而每一物質具有阻止热的傳導性質，称为热阻。热阻大的，就是通常称为絕热的物質。普通密度大的物質如金屬，热傳導快，即热阻小。

(2) **对流** 对流是指热量，除傳導以外，更由擴散和迴流的方式，向低温处傳布。如圖 1-1 冰箱中和 0°C (32°F) 冰塊最接近的空气層，热是以傳導方式傳遞的；稍离远点，傳導、擴散和迴流作用同样重要；再远一点，就全靠迴流，使空气热升冷降，形成了一定流动的方向，故叫做对流。

(3) **幅射** 在傳導和对流現象中，热的傳遞直接和物質有

关,而輻射热的傳遞却是由一高温物質內部能量,变成了电磁能,透過空間,到达溫度較低的物質,該物質接受了电磁能,使物質內部动能增加,溫度上升;如太陽的热能就是如此傳到地球上的。輻射热同光的性質一样,可以被反射、折射,因此冰箱外表色白而光滑,比較上可以使輻射能反射,吸热較少。又黑暗而少光澤的易吸輻射能,因此冰箱外表多漆白色。各种物質在 0° 絕對溫度以上,都能放輻射能;但与太陽相比,它的影响很小,一般是不計的。

1-6 热的測量 測量物質含有热能时,要分兩方面:热的强度,即溫度高低和热的数量。

測定强度用的溫度計,是以水在标准气压时的結冰点和蒸發点作比較标准,在一密封的細玻璃管中,底部充滿膨脹率大的汞或着色酒精,外面刻度。攝氏表以 0°C 作水的冰点, 100°C 作水的沸点;華氏則為 32°F 和 212°F 。這兩种溫度計在致冷學上又称干球溫度計。

1-7 絕對溫度和絕對壓力 在各种热力理論中,物質的分子运动被認為完全停止時的溫度,就是絕對溫度的起點 0°A 。它和 $^{\circ}\text{F}$ 、 $^{\circ}\text{C}$ 的關係如下:

$$^{\circ}\text{A} = 273 + ^{\circ}\text{C}$$

$$\text{或 } ^{\circ}\text{A} = 460 + ^{\circ}\text{F} \quad (1-1)$$

攝氏絕對溫度又称 $^{\circ}\text{K}$ 凱氏溫度標;華氏絕對溫度又称 $^{\circ}\text{R}$ 蘭金氏溫度標。

壓力是指垂直于一平面的流體位能,在 45° 緯度 0°C (32°F)時,空氣對海平面的标准大氣壓力是 1.033 仟克(力)/厘米²,或 760 毫米汞柱高。英制是 14.7 磅/吋²或 29.92 吋汞柱高。一切

压力計的刻度,都以标准气压为起点而分正負。負的即称真空,通常以汞柱高若干吋計。

绝对压力是指大气压力和当时压力計所指示数值的代数和,是理想气体方程式中的压力單位(磅/吋²,绝对压力)(仟克/厘米²,绝对压力)。

1-8 热能單位 測定能量單位的方法,是看这种能量对一种物質能起什么效应。如机械能的單位以米-仟克計,即表示能使1仟克重的物質移动1米的效应。热能單位可分:

(1) 公制單位 仟卡是把1仟克水由15°C温度升高至16°C时所需的热量。卡是仟卡的千分之一,是實驗室通用的單位。

(2) 英制單位 1英热單位是把1磅重量的水由32°F热到212°F所需热量的180分之1。或者就說把1磅重量的水增加1°F所需的热量。二种單位的关系是:

$$1 \text{ 仟卡} = 3.968 \text{ 英热單位} \quad (1-2)$$

1-9 比热 是指使一种單位重量的物質,温度增加一度所需加入的热量,所以比热是用來測定物質的可感热量或顯热的,以水的比热作1,則其他物質的比热与水的比热之比都小于1。

任何物質温度有变化时,加進或移出的热量 Q ,可用下列公式計算:

$$Q = WC(t_2 - t_1) \quad (1-3)$$

式中 W ——物体重量(仟克)或(磅);

C ——該物体的比热;

$(t_2 - t_1)$ ——物体的温度变化(°C)或(°F)。

1-10 潜热 凡一种物体的热量有变化时,可用溫度計測出的,称为可感热或顯热。而此种物体,由一物質状态变成另一

狀態時，其所吸收或放出的熱量不能以溫度計直接測出的，就叫做該物體的潛熱。

如將一塊冰放入一鍋中，冰中心挖一小孔，內置溫度計，在鍋底加熱，在冰塊未全部溶解以前，溫度計仍舊是 0°C (32°F)。這時所加入的熱量，是用來使冰變水的，稱為冰的溶解潛熱。如將冰水再加熱，則溫度計將由 0°C (32°F) 漸升至 100°C (212°F)，這一階段的熱量，即為可感熱。如果把 100°C (212°F) 的水再加熱，則水分化為水蒸汽，但溫度計仍保持 100°C (212°F)，此時所加入的熱量，稱為水的蒸發潛熱。它的數值如下：

冰的溶解潛熱或水的凝固潛熱——80卡/克；

144 英熱單位/磅

水的蒸發潛熱或水蒸汽的凝固潛熱——536.5 卡/克；

970.3 英熱單位/磅

以上系指在大气壓力下所得的結果。

又冰的溶解潛熱，對自然環境很有影響。冬天結成的冰，需大量的溶解潛熱方化成水，因此過程比較緩慢，这样就減少了春初山洪暴發釀成水災的危險性。相反的，秋末冬初，由水結冰時，必先由水中放出大量凝固潛熱，如此使秋冬溫度轉變不致有劇烈波動。

1-11 水蒸汽的焓 由潛熱一節，可知在大气壓力下，以 32°F 作起點，使 1 磅水加熱變成 212°F 水蒸汽需要的總熱量是： $180 + 970.3 = 1150.3$ 英熱單位，也就是水蒸汽的焓。焓是以特定溫度作起點時，物質所含有的總熱量。比焓是指單位重量物質所含有的總熱量。第二章各種致冷劑的比焓是以 -40°F 作起點計得的。空氣則以 0°F 作起點的。有用焓，是指一系統

内与外界温度压力都相同时,所含有可作功的焓。此种有用焓,必須由外界加進,不可能自發。

如把1磅水蒸汽裝在玻瓶中,瓶口用軟木塞住,塞上开二孔,一个插气压計,一个插溫度計,如当时的气压計讀数是0,溫度計讀数是212°F,是要从瓶底加热,溫度計的度数立刻上升;气压計反应慢,溫度計上升的度数就是水蒸汽的过热度数,每一过热度表示在1磅水蒸汽中已多加了半个(0.49)英热單位。現在容積不变,上升的温度比要使气压計上產生相当压力的温度更高些。这种过热現象,使水蒸汽的性質更接近理想气体。

1-12 空气的性質 大气中空气的主要成分是氮和氧;此外和致冷有关的,便是过热的水蒸汽二者的混合物,以后称湿空气。

空气的热力性質可以应用各种气体定律計得:

(1) 玻意耳-馬略特定律——温度不变时,一定重量气体的容積和它的絕對压力成反比,如

$$P_1 = \text{最初絕對压力}, \quad P_2 = \text{最后絕對压力},$$

$$V_1 = \text{最初容積}, \quad V_2 = \text{最后容積(單位重量不变)}。$$

$$\text{則} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \quad \text{或} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (1-4)$$

(2) 盖呂薩克定律——在压力不变时,固定重量气体的容積和它的絕對温度成正比;在容積不变时,压力和絕對温度成正比。用公式說明:

$$PV = WRT \quad \text{或} \quad PV = GRT \quad (1-5)$$

式中 P ——气体的絕對压力(磅/吋²);

V ——气体單位重量时的容積(呎³);