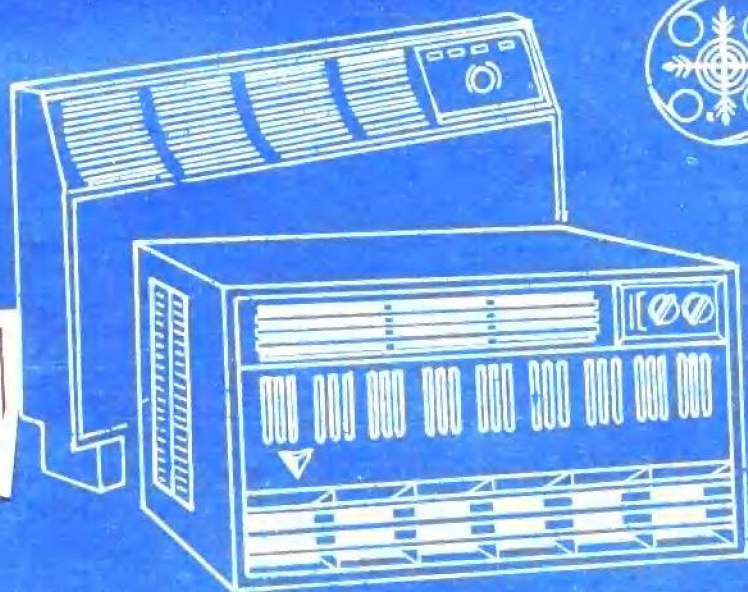




小型空调装置

57.2



江苏科学技术出版社

内 容 简 介

《小型空调装置》共分十章，内容包括热力学有关的基础知识，房间空调器的型式和参数，各类窗式空调器的特性，窗式空调器结构及主要部件性能，窗式空调器的安装、使用与维修，窗式空调器的常见故障及其排除法，分离式空调器，风机盘管空调器，空调器选购，国外空调器概况等。

本书除介绍有关空调器的工作原理、结构、性能、安装运行和维护修理的知识外，它还告诉读者怎样选用各类空调器和家庭怎样安装使用空调装置。本书可供从事设计制造、安装维修人员学习的参考，也可作有关工人的培训教材。

小 型 空 调 装 置

周 定 编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：淮阴新华印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 8.25 字数 181,000

1987年5月第1版 1987年5月第1次印刷

印数 1-10,500 册

书号：15196·228 定价：1.70 元

特约编辑 柏树恒

责任编辑 沃国强

目 录

第一章 热力学的有关基础知识	1
§ 1—1 温度、温标	1
§ 1—2 干湿球温度、湿度和露点温度	2
§ 1—3 热量及其单位	5
§ 1—4 显热、潜热和比热	6
§ 1—5 压力、真空	8
§ 1—6 蒸发、沸腾和冷凝	10
§ 1—7 空气的焓	10
§ 1—8 热力学第一定律	11
§ 1—9 热力学第二定律	12
第二章 房间空气调节器的功能、型式与参数	14
§ 2—1 房间空调器的功能与使用条件	14
§ 2—2 房间空调器的型式	17
§ 2—3 房间空调器的主要技术参数	19
第三章 窗式空调器的工作原理与特性	28
§ 3—1 窗式空调器工作原理	28
§ 3—2 窗式空调器的运行	34
§ 3—3 冷风型空调器工作特性	37
§ 3—4 热泵型空调器工作特性	42
§ 3—5 电热型空调器工作特性	55
§ 3—6 直立式空调器	58

第四章 窗式空调器结构及主要零部件性能.....64

§ 4—1 窗式空调器主要组成部分.....64

§ 4—2 制冷循环系统.....65

一、全封闭压缩机66

二、蒸发器、冷凝器77

三、毛细管.....80

四、电磁换向 阀.....81

§ 4—3 风路系统.....83

一、室内空气循环系 统83

二、室外空气冷却系 统85

三、离心风扇.....87

四、轴流风扇.....90

五、风扇电动机.....90

六、风扇电机保护器93

§ 4—4 电控系统及电加热器.....94

一、恒温控制器94

二、主控开关和冷热开 关96

三、压缩机电动机保护 装置99

四、除霜器101

五、电加 热 器105

§ 4—5 箱体、底盘和面板106

第五章 窗式空调器的安装、使用与维护111

§ 5—1 窗式空调器的安装111

§ 5—2 窗式空调器使用中必须注意的几个问题114

§ 5—3 窗式空调器的维护118

第六章 窗式空调器的常见故障及其排除法	120
§ 6—1 冷量不足	120
一、制冷系统故障	120
二、风路系统运行中的一些问题	123
三、电控系统中的一些问题	125
四、空调器安装位置不当	126
五、房间热负荷过大	126
§ 6—2 空调器无冷气	130
一、风扇电机不运转	130
二、压缩机不运转	131
三、风扇电机及压缩机均运转, 空调器无冷气	135
§ 6—3 热泵空调器的电磁换向阀常见故障	136
§ 6—4 其它故障	138
§ 6—5 空调器失火原因及其防治法	141
第七章 分离式空调器	143
§ 7—1 分离式空调器概述	143
§ 7—2 分离式空调器工作原理	146
§ 7—3 分离式空调器的结构	150
§ 7—4 各类分离式空调器的性能特点及适用场合	159
§ 7—5 分离式空调器的安装	165
第八章 风机盘管空调器	169
§ 8—1 概述	169
§ 8—2 风机盘管空调器工作原理与特性	171
§ 8—3 风机盘管空调器的型式	173
§ 8—4 风机盘管空调器的结构	179
§ 8—5 集中式空调系统与局部空调系统	186

§ 8—6	风机盘管空调系统	189
§ 8—7	风机盘管空调器主要技术参数	197
§ 8—8	风机盘管空调器安装和使用注意事项	204
第九章	空调器的选购	209
§ 9—1	空调器形式的选择	209
§ 9—2	空调器规格的确定	214
§ 9—3	空调器选购要点	215
§ 9—4	家用空调器的选购	216
第十章	国外空调器概况	220
§10—1	国外窗式空调器	220
§10—2	国外窗式空调器配用之压缩机	230
§10—3	水热源热泵空调系统	236
附录 1	全封闭压缩机型式试验工况及时间分配	243
附录 2	国外 3/4 马力窗式空调器技术性能表	244
附录 3	国外 $1\frac{1}{2}$ 马力窗式空调器技术性能表	246
附录 4	国外 2 马力窗式空调器技术性能表	248
附录 5	国外 $2\frac{1}{2}$ 马力窗式空调器技术性能表	250
附录 6	房间空调器基本参数	252
附录 7	房间空调器试验工况	253
附录 8	全封闭活塞式制冷压缩机基本参数	254
附录 9	全封闭压缩机技术要求	256

第一章 热力学的有关基础知识

§ 1-1 温度、温标

一、温度

温度是表示物体冷热程度的物理量。

二、温标

温标用来量度物体温度的标准。工程上常用的温标有下列几种

1. 摄氏温标：摄氏温标是日常生活中最常用的温标，其单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。在标准大气压（760毫米汞柱）下，水的冰点定为 0°C ，沸点定为 100°C 。两定点间分为100个等分，每一等分就叫摄氏一度（ 1°C ）。

2. 华氏温标：华氏温标的单位符号为 $^{\circ}\text{F}$ 。在标准大气压下，水的冰点定为 32°F ，沸点定为 212°F 。两定点间分为180个等分，每一等分就叫华氏一度（ 1°F ）。

3. 开氏温标：开氏温标常称为绝对温标，其单位符号为K。在标准大气压下，水的冰点定为 273.16K ，沸点定为 373.16K 。两定点间分为100个等分，每一等分就叫绝对温度一度（ 1K ）。

4. 郎氏温标：郎氏温标的单位符号为 $^{\circ}\text{R}$ 。在标准大气压下，水的冰点定为 492°R ，沸点定为 672°R 。两定点间分为180个等分，每一等分就叫郎氏一度。（ 1°R ）。

上述四种温标的比较如图1-1所示。它们可按下式进

行换算

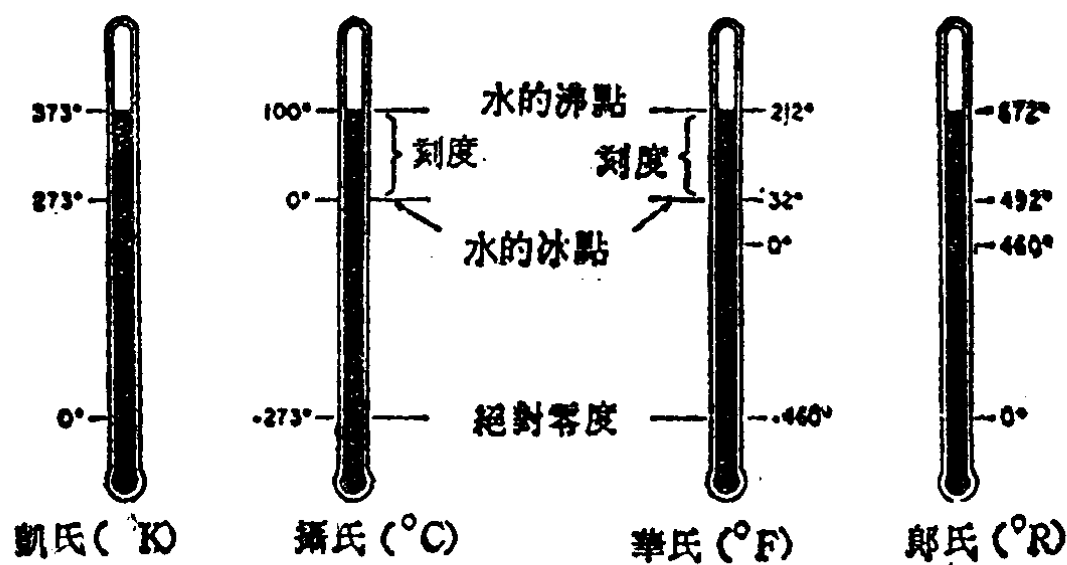


图 1-1 四种温标的比较

$$\text{摄氏温度}(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9}(\text{华氏温度}^{\circ}\text{F} - 32) \tag{1-1}$$

$$\text{华氏温度}(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5}\text{摄氏温度}^{\circ}\text{C} + 32 \tag{1-2}$$

$$\begin{aligned} \text{绝对温度(K)} &= \text{摄氏温度}^{\circ}\text{C} + 273.15 \\ &\approx \text{摄氏温度}^{\circ}\text{C} + 273 \end{aligned} \tag{1-3}$$

$$\text{郎氏温度}(^{\circ}\text{R}) = \text{华氏温度}^{\circ}\text{F} + 460 \tag{1-4}$$

温度可以用温度计测量。常用的温度计有水银温度计、酒精温度计、半导体温度计、电阻温度计等。

§ 1-2 干湿球温度、湿度和露点温度

一、干球温度

将一般的温度计，例如水银温度计，置于室内外，测得的环境温度就是干球温度。

二、湿球温度

将水银温度计的感温包，扎上润湿的纱布，并将纱布下端浸于充水容器中，就成为湿球温度计。如图 1-2 所示。将湿球温度计置于通风处，让空气不断流动，其读数就为湿球温度。

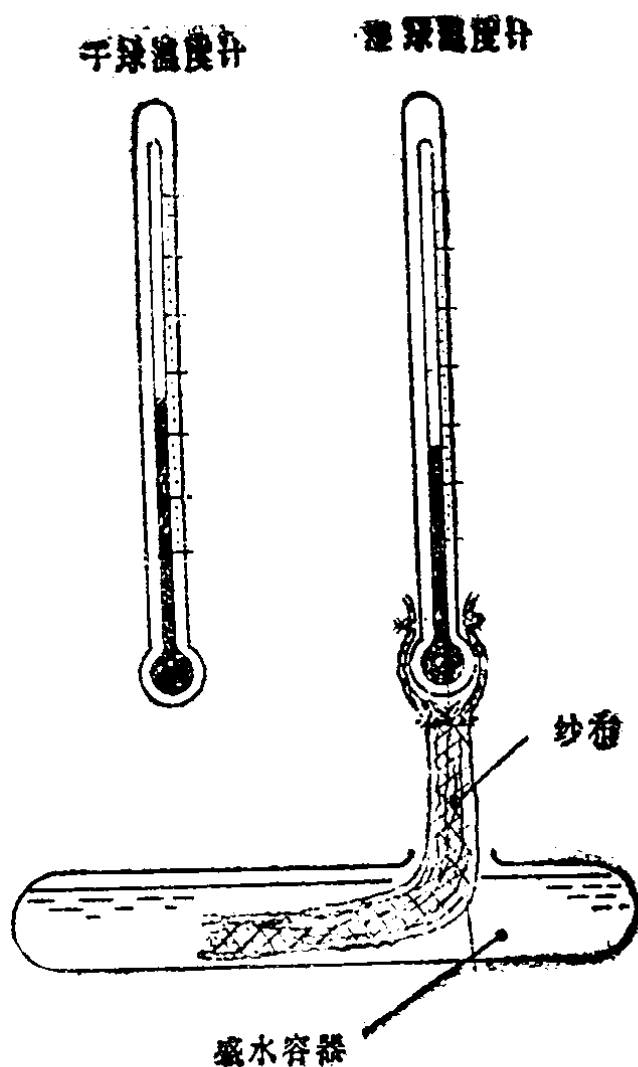


图 1-2 干、湿球温度计

湿球温度计的读数反映了湿球纱布上水的温度。若空气中水蒸气达到饱和状态，那么纱布上的水就不会汽化，这样，湿球温度计的读数与干球温度计就相同。若空气中的水蒸气

未达到饱和状态，那么，湿球纱布上的水就会不断汽化。汽化需要吸收汽化潜热，水温就因汽化而下降，所以湿球温度一般低于干球温度。空气中所含水蒸气越少（即离开饱和状态越远），其湿球温度越低，干湿球温差就越大。反之干湿球的温差越小表明天气越潮湿。

空调器铭牌上的制冷量，都是在规定的室内、外，干、湿球温度下测得。我国房间空调器制冷量测试工况如下

室内工况：干球温度为 27°C ，湿球温度为 19.5°C ；

室外工况：干球温度为 35°C ，湿球温度为 24°C 。

三、湿度

空气中水蒸气的含量通常用湿度来表示，其表示方法有下列三种

1. 绝对湿度 每立方米的湿空气中所含的水蒸气的重量称为湿空气的绝对湿度。绝对湿度以 $\text{公斤}/\text{米}^3$ 计算。

2. 相对湿度（ φ ） 湿空气的绝对湿度与同温度下饱和湿空气的绝对湿度之比称为相对湿度。相对湿度以%计算。

绝对湿度只表示湿空气中实际水蒸气的含量，但不能说明该状态下湿空气饱和的程度，相对湿度可以表示空气潮湿程度。相对湿度越大，空气越潮湿。当相对湿度 $\varphi = 100\%$ 时，说明空气中的水蒸气已达到饱和状态，此时湿球温度计读数与干球温度计相同。相对湿度越小，空气越干燥，这时湿球与干球温度计的温差越大，空气中的水蒸气离开饱和状态越远。

空气相对湿度对人体的健康及舒适性影响颇大。盛夏季节，若室内环境温度保持在 $27\sim 28^{\circ}\text{C}$ 左右，相对湿度 $\varphi = 50\sim 60\%$ ，人们会感到相当舒适。若相对湿度过大，即使温度较低，人们仍会感到不舒适。

3. 含湿量 每公斤干空气中所含水蒸气的重量称为含湿量。含湿量以克/公斤干空气计算。

四、露点温度

结露往往给空调器工作带来不利。如风机盘管空调器进水回水管道的结露，能使墙壁发霉变色；外壳盛水盘的结露，能使房间天棚、地板污染。这些问题都应在产品设计、施工中采取措施。

物体表面是否结露，取决于两个因素，即物体表面温度和空气露点温度。

当物体表面温度低于空气露点温度时，物体表面才会结露。

露点温度是指湿空气开始结露的温度。亦即在含湿量不变的条件下，所含水蒸气量达到饱和时的温度。空气温度为 30°C ，它的含湿量为 10.6克/公斤(干空气) 若将这部分空气冷到 15°C ，此时该空气就成为饱和状态。温度如再继续下降，空气中的水蒸气就要凝结成为水滴。 15°C 就是空气开始结露的临界点，这个温度就叫露点温度。

空气露点温度与空气相对湿度有密切的关系，若相对湿度 φ 大，它的露点温度就高，物体表面就容易结露。例如：空气温度 30°C ，相对湿度 50% ，它的露点温度为 18.9°C ，空气温度与露点温度差值为 11.1°C 。若空气温度为 25°C ，相对湿度 90% ，它的露点温度 23.5°C ，空气温度与露点温度差值仅 1.5°C 。那末将这部分空气降低 1.5°C 以上，就会结露。

§ 1-3 热量及其单位

热量是能量的一种形式。当物体温度高时，它具有的热

能多，当物体温度低时，它具有的热能少。物体热能的多少，取决于其状态。两个温度不同的物体互相接触时，温度高的物体失去能量，温度低的物体得到能量，直至两物体的温度相等为止。这种依靠温差传递的能量称为热量。

热量的单位为焦耳、工程上通常使用千卡（即大卡）为热量的单位。1公斤的水温度升高或降低 1°C 时，吸收或放出的热量为1大卡。其相互换算关系如下

$$1 \text{ 焦耳} = 0.239 \text{ 卡} = 2.39 \times 10^{-4} \text{ 大卡}$$

英美等国用 BTU (BRITISH THERMAL UNIT) 作为热量单位，BTU 为英制热量单位，即英热单位。1 磅水温度升高或降低 1°F ，吸收或放出的热量为 1 BTU。英制与公制相互换算关系如下

$$1 \text{ BTU} = 0.252 \text{ 大卡} = 2.52 \times 10^2 \text{ 卡}$$

$$1 \text{ 大卡} = 1000 \text{ 卡} = 3.97 \text{ BTU}$$

我国空调器制冷（热）量用大卡/时表示，即每小时空调器能产生多少大卡的冷（热）量。英美等国空调器的制冷（热）量用 BTU/时表示。例如一台美国约克牌 (YORK) 型号 RC10X48D 空调器，铭牌制冷量为 10000 BTU/时，折合公制约为 2500 大卡/时。

§ 1-4 显热、潜热和比热

一、显热

物质在吸热（或放热）过程中，只改变温度而不改变物态，这种热量称为显热。例如，1 公斤水从 20°C 加热到 90°C ，水吸收了 70 大卡的热量，在这一加热过程中，水吸热后温度升高了，但它的物态没有变化，所吸收的这部分热量称为显热。

二、潜热

单位质量的物质在吸热(或放热)过程中,只改变物态而不改变温度,所吸放(或所放出)的热量称为该物质潜热。例如,1公斤水达到100℃后,在一个大气压下继续加热,完全变为蒸气,需要吸收 540 大卡的热量。在这加热过程中,水吸热后温度不变,但物态却发生了变化,即由水变成了蒸气。所吸收的(或所放出的)这部分热量称为水的潜热。单位质量的物质由液体汽化为相同温度的气体时,所吸收的热量叫汽化潜热。

1公斤0℃冰,吸收80大卡的热量,融解为 1 公斤0℃水。这时物体的温度不变,仍是0℃,但物态却由固态变为液态。所吸收的这部分热量,称为水的融解潜热。

三、比热

在吸热或放热过程中,单位质量的物质温度升高或降低1℃时,所吸收或放出的热量叫做比热。

比热的单位为 大卡/公斤·℃。水的比热'为 1大卡/公斤·℃,即重量为 1 公斤的水,温度升高或降低1℃,所吸收或放出的热量为 1 大卡。

有了物质的比热,就可以计算物体在温度改变时所吸收或者放出的热量,可用下列数学式计算

$$Q = Gc\Delta t \quad (1-5)$$

式中 Q ——物质吸收或放出的热量,大卡

G ——物质的重量,公斤

c ——物质的比热,大卡/公斤·℃

Δt ——物质在吸热或放热过程中,温度变化的度数,℃

通常吸热取正值(+); 放热为负值(-)。

部分固体、液体及气体在常温下的比热 c 见表1-1所示。

表 1-1 固体、液体及气体在常温下的比热 c
(单位: 大卡/公斤·℃)

物 体	比 热	物 体	比 热
铝	0.21	火油	0.50
钢 (1.25%C)	0.12	甲醇	0.60
铜	0.09	乙醇	0.60
金	0.03	氮	0.24
银	0.06	空气	0.24
锰	0.12	氧	0.22
冰	0.50	氨 (气)	0.51
水	1.0	氢	3.41
NaCl 溶液 (10.3%)	0.89	氮	1.25
CaCl ₂ 溶液 (5.8%)	0.94	二氧化碳	0.20

注: 气体比热为定压比热

§ 1-5 压力、真空

作用在单位面积上的力称为压力。

压力 P 可用下列公式表示

$$P = \frac{F}{S} \tag{1-6}$$

式中: F ——作用在单位面积上的力

S ——受力面积

在工程中常用公斤/厘米² 作为测量气体压力的单位，
1公斤/厘米² 的压力为 1 个工程大气压。

1工程大气压 = 736毫米汞柱 = 10米水柱

英、美等国用磅/吋²作为工程上的压力单位，它与公制的换算关系如下

1公斤/厘米² = 14.22磅/吋²

在空调制冷循环系统里，制冷剂工作压力较高，其冷凝压力用公斤/厘米² 或 kg/cm² 表示，而风机压力很小，其出口余压常用毫米水柱表示，即用 mm H₂O表示。

用压力表测量制冷系统读得的值为表压力，而其内壁实际受到的压力值称为绝对压力，二者关系如下

$$P = P_1 + P_2 \quad (1-7)$$

式中 P ——绝对压力

P_1 ——表压力

P_2 ——当地大气压

一般图表上所示的压力值，比如各种制冷剂饱和特性表等，均指绝对压力值。因此用压力表测得的读数，需要查表时，应该将读数加1kg/cm²，折合为绝对压力值后再查。

空调器的制冷循环系统必须抽真空后才能注入制冷剂。当制冷系统抽真空时，其内部的压力低于大气压，其差值称为真空度。这时制冷系统内壁受到的绝对压力值，用下面公式表示

$$\begin{aligned} \text{绝对压力} &= \text{当地大气压} - \text{真空度} \\ &\approx 1 - \text{真空度}(\text{公斤/厘米}^2) \end{aligned} \quad (1-8)$$

§ 1-6 蒸发、沸腾和冷凝

一、蒸发、沸腾

蒸发、沸腾都是汽化过程，经过汽化过程使液态转化为气态。

蒸发：蒸发只在液体表面发生，在任何温度压力下都可以进行。蒸发时需要吸收热量。例如放在瓶里的酒精，就由于表面蒸发而逐渐减少。

沸腾：液体在某一压力下达到一定的温度后才会沸腾。例如水在 1 个大气压力下，温度达到 100°C 时才会沸腾，沸腾时液体温度不变，但要吸收汽化热。

在空调制冷循环系统中，液体制冷剂氟利昂在蒸发器中是沸腾汽化吸热过程，而不是蒸发吸热过程。

二、冷凝

物质从气态变成液态的过程叫做冷凝。在冷凝过程中要放出热量。

在空调器制冷循环系统中，压缩机排出的高温、高压的汽化了的制冷剂，在冷凝器中通过空气(称空冷冷凝器)或水(称水冷冷凝器)，冷凝成为液体。冷凝时制冷剂释放出来的热量由空气或水带走，这个过程就是冷凝过程。

§ 1-7 空气的焓

空气冷却或加热过程中所放出或吸收的热量可用变化前后的焓差值来计算。这个过程往往是在压力基本上没有变化的情况下进行的，所以可以看成是等压过程。

焓值是指单位质量空气中所含之总热量，其单位为大卡/公斤。空气是由于空气和水蒸气组成，因此湿空气的焓是指1公斤干空气与 d 克水蒸气焓值的总和。可用下列公式表示

$$I=0.24t+(540+0.47t)\left(\frac{d}{1000}\right)\text{大卡/公斤干空气 (1-9)}$$

式中： I ——湿空气焓值，大卡/公斤干空气

t ——湿空气温度， $^{\circ}\text{C}$

d ——每公斤干空气中所含水蒸气的重量，克/公斤干空气

0.24——干空气的平均定压比热，大卡/公斤 $\cdot^{\circ}\text{C}$

540——1公斤水在 0°C 时的汽化潜热，大卡/公斤

0.47——水蒸气的平均定压比热，大卡/公斤 $\cdot^{\circ}\text{C}$

§ 1-8 热力学第一定律

热力学第一定律是能量转换与守恒定律在热力学上的应用。这个定律广泛适用于热能与其他能量之间的转换，如热能与机械能、化学能、电磁能等。

能量转换守恒定律是指自然界一切物质都具有能量。能量有各种形式，它只能从一种形式转化为另一种形式。在转换过程中，能量既不能消灭，也不能创造。

热力学第一定律告诉我们：热可以转化为功，功也可以转化为热。一定量的热消失，必然产生一定量的功；消耗一定量的功，也就必然出现一定量的热。

热量 Q 与功 W 之间的相互转换关系可用下列数学式表达

$$Q = AW \quad (1-10)$$