

圖 2　1955 年 12 月 28 日 03 点到 29 日 03 点 500 毫巴算得变高(单位：位势10米)，三層模式

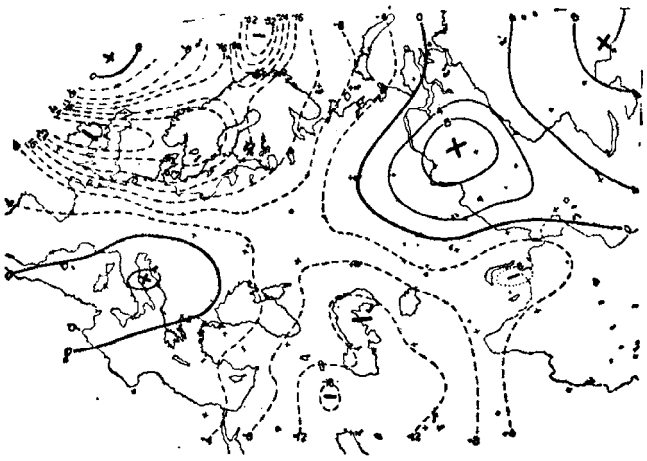


圖 3　1955 年 12 月 28 日 03 点到 29 日 03 点 500 毫巴实际变高

gren[3]、Rossby[4]、Rex[5]、Bolin[6]等单从 500 毫巴等压面形势及等压面温度分析来总結阻塞流型的發展情形，或者用各种不同的一層（正压）模式来計算或予报阻塞流型的發展是不够的。根据多層模式公式，一般地解出 τ，可以得到下列規則：冷(暖)平流向上增强（减弱），那末中間的等压面高度升高，即低槽减弱，高压脊加强；冷(暖)平流向上减弱（增强），那末中間的等压面高度降低，即低槽加强，高压脊减弱。这規則可以帮助分析和总結大范圍流型的發展。發展的快慢与平流向上减弱（增强）的多少、稳定性向上改变的大小等等有关。

顧 震 潮

（中国科学院地球物理研究所）

1957 年 3 月 5 日

[1] 顧震潮、巢紀平、闔章，气象学报，28，第一期（1957）（印刷中）；或顧震潮，科学通报，1956 年 8 月号，35—42。

[2] K. Hinkelmann, Tellus, 5, 251—259 (1953).

[3] R. Berggren, B. Bolin and C.-G. Rossby, Tellus, 1, 14—37 (1949).

[4] C.-G. Rossby, J. Chinese Geop. Soc., 2, 1—13, (1950).

[5] D. Rex, Tellus, 2, 196—211 (1950).

[6] B. Bolin, Tellus, 8, 61—75 (1956).

应用直流电模拟法解各种傳热問題

均一流动体系內热的傳导，可以取無限小的单元体积进行微量的热平衡，得到下列的向量方程式：

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau}+\mathrm{div}(c\rho T\vec{u})=\mathrm{div}(K\ \mathrm{grad}\ T)\quad(1)$$

非流动体系即靜止体系內热的傳导，$\mathrm{div}\ (c\rho T\vec{u})=0$，所以(1)式可以写成：

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau}=\mathrm{div}(K\,\mathrm{grad}T)\qquad(2)$$

对于稳定的傳热系統，温度不随时間而改变，即 $c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau}=0$，所以(2)式又可以簡化成为：

$$\mathrm{div}(K\,\mathrm{grad}\,T)=0\qquad(3)$$

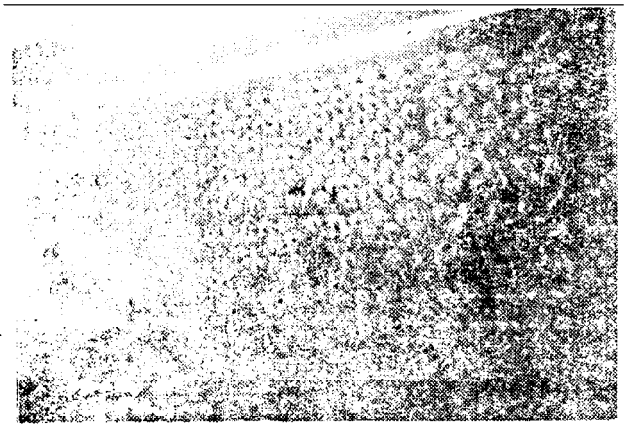
但是在若干情况下，傳热过程中有热源作用于介質的內部，这些热源可以是正的（例如以电流加热物体或者介質內部进行着放热化学反应），或者是負的（例如物体加热过程中水份向外蒸發或者介質內部进行着吸热化学反应）。設单位时間、单位体积內吸收或放出的热量为 Q，則微量热平衡方程內必須加入这一数值。即

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau}+\mathrm{div}(c\rho T\vec{u})=\mathrm{div}(K\,\mathrm{grad}T)+Q\quad(4)$$

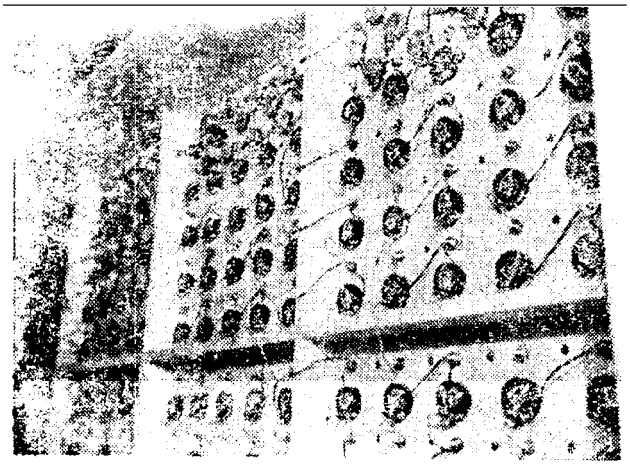
解上式微分方程式常用的方法有分析解、圖解和数字解等，但是由于热源 Q 往往是时間、温度或空間的复杂函数，再加上物体几何形状、起始温度分布与边界条件的不同，以及物体物理性質的不均匀性（例如各向异性物体与多層材料的傳热过程），使得微分方程式的解遇到不可克服的困难。在傳热的書籍里，解决一些極簡单的傳热过程时所得到的答案已經很复杂了。

作者采用直流电模拟計算法解决各种复杂的傳热問題，它的原理是利用一定电路系統与所要解决的現象的相似，也就是拿电的系統来模拟所要解决的自然現象。它的物理基础是傳热学上的傅立叶定律和电学上的欧姆定律，以电阻来代替热阻，以电压来代替温度，以电流来代替热流，也就是用电流动的过程来代替傳热的过程。用这种計算法解决了放热或吸热函数的复杂性，解决了几何形状和边值条件的多样性，也解决了各向异性物体与多層材料的傳热过程，总之使各种复杂的傳热过程都可以迎刃而解。模拟式直流电設备构造簡单，設計比較容易，同时解决一般工程上的問題又允許有一定的誤差，因此它是解决工程上傳

热問題的一个好方法。



直流电模拟装置正面圖



直流电模拟装置背面圖

作者利用这种計算法来解下列各种具有代表性的傳热問題，其中有些問題可以用分析法、圖解法或数字法解决的，就把电模拟計算法求得的答案和它們进行比較。

I. 無热源稳定傳热，即 $\mathrm{div}(K\,\mathrm{grad}T)=0$

(1) 一度温度場——例如用球体法測定絕热材料的导热系数

$$\frac{d^2T}{dr^2}+\frac{2}{r}\frac{dT}{dr}=0$$

(2) 二度温度場——例如热流通过方形爐壁

$$\frac{\partial^2T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2T}{\partial y^2}=0$$

(3) 三度温度場——例如热流通过矩形翼

$$\frac{\partial^2T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2T}{\partial y^2}+\frac{\partial^2T}{\partial z^2}=0$$

II. 無热源不稳定傳热，即 $\frac{\partial T}{\partial\tau}-\mathrm{div}\,(K\,\mathrm{grad}T)=0$

(1) 一度不稳定温度場——例如軋鋼厂鋼板的瞬时冷却

$$\frac{\partial T}{\partial c}-a\frac{\partial^2T}{\partial x^2}=0$$

(2) 二度不稳定温度場——例如方形爐升温阶段爐壁的傳热，

$$\frac{\partial T}{\partial\tau}-a\left(\frac{\partial^2T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2T}{\partial y^2}\right)=0$$

(3) 三度不稳定温度場——例如热磚的瞬时冷却

$$\frac{\partial T}{\partial\tau}-a\left(\frac{\partial^2T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2T}{\partial y^2}+\frac{3^2T}{\partial z^2}\right)=0$$

III. 具有內热源稳定傳热，即 $\mathrm{div}\,(K\,\mathrm{grad}T)+Q=0$，如圓柱型催化剂中的温度分布

$$\frac{\partial^2T}{\partial x^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r}+\frac{\partial^2T}{\partial r^2}=-\frac{Q}{K}$$

IV. 具有內热源不稳定傳热，即 $c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau}-\mathrm{div}\,(K\,\mathrm{grad}T)-Q=0$，如煤干餾时爐內的温度分布

$$\frac{\partial T}{\partial\tau}-a\frac{\partial^2T}{\partial x^2}-\frac{\theta}{c\rho}=0$$

V. 介質成强制运动的傳热，即 $c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau}+\mathrm{div}(K\,\mathrm{grad}T)=\mathrm{div}(K\,\mathrm{grad}\,t)+Q$

(1) 在稳定状态下圓柱形接触反应器內的温度分布

$$cG\frac{\partial T}{\partial\tau}=K\epsilon\left(\frac{\partial^2T}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r}\right)+Q$$

此处 $Q=f(T)$

(2) 在不稳定状态下圓柱形接触反应器內的温度分布

$$cG\frac{\partial T}{\partial x}+c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau}=K\epsilon\left(\frac{\partial^2T}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r}\right)+Q$$

一般非均相体系須求解有关各相热平衡的联立方程式。

以上所列举的一些傳热問題是本文所求解的一部分。通过上述各种問題，說明了直流电模拟法是解决各种傳热問題的一个有效工具。

朱葆琳　游文泉

（中国科学院石油研究所）

1957年2月7日

唐山产高矾土的燒結性

我国出产丰富的高矾土是制造高鋁質耐火材料的优良原料。但因对于这些原料的基本性質，特别是燒結性，尚缺乏系統的了解，在实际使用中还存在着很多困难。現有的資料指出，高矾土的矿物化学組成变动甚大，燒結温度不一[1]。因此研究高矾土燒結程度不同的原因以及如何获得致密的磚塊，对于指导生产有很重要的意义。下面报道我們就唐山紅縷沟产"A，B級矾土"所进行的这一問題的研究結果。

(一) 原料的矿物化学組成：按原料的外观特征和化学組成可分为表1所示的三类。較松散的A几乎完全由水鋁石构成。在致密的E中發現有許多較大