



对“评热防护发汗冷却控制一文”的评论

杨学实

(北京142信箱206分箱 北京 100854)

文献[2]认为文献[1]的方程(4)即

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \beta \frac{\partial T}{\partial y} + \dot{s}(t) \frac{l - y}{l - s(t)} \frac{\partial T}{\partial y} \quad (1)$$

的右端第三项不应该出现,它分两部分内容论述的:第一部分从开始至(5)式;第二部分至(10)式.现在分别叙述:

1) 方程中 $\frac{\partial T(y,t)}{\partial y} = 0$ 不成立.

从文献[2]第一段结论中“……由(3),(4)式得 $T(y,t) = T_m$,从而有 $\frac{\partial T(y,t)}{\partial y} = 0$,因此,只要承认能量守恒定律,方程(1)右端第三项就不会出现……”.文献[2]的(3)式就是 $T(y,t) = T_m$. T_m 只能与 y 无关时 $\frac{\partial T(y,t)}{\partial y} = 0$ 才成立,否则将达不到文献[2]的目的.既然热层剖面温度处处与 y 无关,则内部没有热传递,描述热层的方程就是 $T(y,t) = T_m$,再去研究抛物方程是没有意义的.不难发现,(3)式既不象是边界条件,也不是什么守恒,更未指明它的出处,是文献[2]作者的假设.这段证明存在逻辑上的问题,即根据条件(3)的假设可以直接得到 $\frac{\partial T(y,t)}{\partial y} = 0$,不必经过式(4,5)的推导就能证明方程(1)第三项不存在.这实际上是“假设了结论成立又去证明结论成立”的数学逻辑错误.

再看(4)式.文献[2]在建立(4)式之前作的解释是绕了个圈子以便躲开一个直接的事实.这个事实就是假定方程(1)右第二三项为0,使之成为不含一阶项的古典方程,再对方程两边积分,得到(4)式之后,将积分号内方程左端代成右端,使之成为恒等式(即(5)式).于是,凡与古典方程不符的项必然为0.现在展示如下:方程(1)在假设后为如下形式

$$\frac{\partial T(y,t)}{\partial t} = \frac{k}{\rho c_p} \frac{\partial^2 T(y,t)}{\partial y^2}, \quad (a)$$

对(a)式两边乘 dy 并从 $s(t)$ 至 l 积分,同时注意文献[2]的(2)式绝热假设,得

$$\rho c_p \int_{s(t)}^l \frac{\partial T(y,t)}{\partial t} dy = \int_{s(t)}^l K \frac{\partial^2 T(y,t)}{\partial y^2} dy = -K \frac{\partial T(s(t),t)}{\partial y}, \quad (b)$$

方程(b)就是文献[2]的方程(4).为了再次展示文献[2]的(4)式隐含着什么,写出一般热传导方程

$$\frac{\partial T(y,t)}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T(y,t)}{\partial y^2} + F(y,t), \quad (c)$$

$F(y,t)$ 在域内为任意非0正(或负)函数,即 $F(y,t) > 0$. 按照文献[2]的做法,将式(c)代入文献[2]的(4)式(或(b)式),有

$$\rho c_p \int_{s(t)}^l F(y,t) dy = 0,$$

于是得到 $F(y,t) = 0$. 这个结果意味着历史上所有不符合古典方程的热传导方程全是错的. 就是说,方程(4)是古典传热状态下的守恒,不是文献[1]状态下的守恒. 对(1)式而言,能量守恒关系式(4)是错的. 产生错误的原因在于文献[2]事实上又一次使用“假定了结论成立又去证明结论成立”的数学逻辑.

2) 对 Δy 分割后使研究对象性质发生变化

文献[2]的第二部分用 $\int_{y_i}^{y_{i+1}} \rho c_p T(y,t) dy$ 代替 $\Delta y \rho_i c_{pi} T_i$, 使问题发生根本性的变化. $\Delta y \rho_i c_{pi} T_i$ 是文献[1]用有限元法讨论表面以间断跳跃后退即剥蚀的基本量,它的基本尺度是 Δy , 不可进行再分割. 用积分替代后实际上是对 Δy 进行无限再分割. 分割的结果表明物理上的表面后退是连续的,即为溶蚀. 溶蚀与剥蚀是两个不同的物理概念,约束它们的数学方程也是不同的,不可混为一谈. 剥蚀现象出现在飞行环境的烧蚀过程中,文献[3]有详细介绍. 对于这种现象,方程(1)末项正好表明固体粒状物质脱离表面前后对整个温度剖面的修正. 溶蚀和剥蚀这两类不同性质的发汗控制数学模型在文献[4]的前言中有明确的分类. 众所周知,数学与物理是相通的. 因此,不能得出在所有情况下方程(1)右端第三项均不能出现的结论.

3) 其他

文献[2]除前两个重要错误外,还有多处其他错误. 例如“……文献[1]中推导数学模型的方法很繁,其错误不易发现……”. 其实,文献[1]推导中除用有限元和能量守恒概念外,就是代数加极限的方法按照数学形式逻辑推导出来的. 再例如“……方程(6)右端第三、四两项时,错误地用…… m_L/ρ_L 代替……”一段,在文献[1]的(6)式中没有找到这种代替;在文献[2]的(6)式中也找不到这种代替,使人茫然. 再往下从(11)式看出,原来文献[2]作者指的是要考虑比热和流量在热层内的变化. 错误是一回事,假设不同所得结果不同是另一回事. 尽管如此文献[2]的作者仍然将(11)式化成(12)式,(12)式正好是文献[1]固定域内发汗控制方程.

顺便指出,文献[5]利用 Euler 在流体力学中建立方程的方法,也证实了方程(1)的正确性.

结论

1) 文献[2]证明 $\frac{\partial T(y,t)}{\partial y} = 0$ 的方法是错误的.

2) 溶蚀与剥蚀是两类不同的烧蚀方式,约束它们的方程式也有所不同.

3) 文献[2]的一系列错误是由于该文立论不当引起的. 再次证实文献[1]的发汗控制方程是正确的.

参 考 文 献

- 1 杨学实. 热防护发汗冷却控制. 自动化学报, 1985, 11(4): 345—350
- 2 周美珂. 评“热防护发汗冷却控制”一文. 自动化学报, 1997, 23(2): 283—285
- 3 杨学实. 带烧蚀发汗冷却控制问题的特点. 系统工程与电子技术, 1997, 19(2)
- 4 Yang X S(杨学实). Recent Advances in Distributed Parameter Theory on Transpiration Control System. SCI-TECH, British, 1996
- 5 杨学实. 发汗控制方程注记. 计算物理, 1997, 14(4, 5)

—————
 (上接第281页)

序号	项目名称	时间	人数	地点	联系人
15	国内外现场总线概况及其应用学术会议	2季度	150	上海	同上
16	遥测、遥感、遥控专业委员会第10届学术年会	3季度	100	待定	北京9200信箱74分箱 朱志勤 邮编 100076
17	首届亚洲及太平洋地区国际遥感学术会议	9月	200	北京	同上
18	自动化技术与系统工程学术研讨会	3季度	70	待定	北京德外校场口一号信息中心 吕文林 邮编 100011
19	中国自动化学会中南地区学术交流会	4季度	150	广东	广州市华南理工大学电子信息学院 梁佑彬 邮编 510641
20	中国自动化学会华东地区学术交流会	3季度	150	黄山	合肥工业大学南村497信箱405室 王孝武 邮编 230009
21	全国工业企业计算机应用学术交流会	3季度	100	待定	北京927信箱 贾志梅 张涛 邮编 100083
22	全国 Java 技术及应用学术交流会	2季度	70	北京	北京927信箱 龚炳铮 邮编 100083
23	制造技术专业委员会第3届学术年会	2季度	100	待定	北京德外校场口一号学会 章以钧 邮编 100011
24	机电自动化及机器人学术交流会	3季度	100	江西	同上
25	首届全国技术过程的故障诊断与安全性学术交流会	待定	100	待定	清华大学自动化系 周东华 邮编 100084
26	过程控制专业委员会学术年会	2季度	150	杭州	杭州市浙江大学工业控制研究所 林庆 邮编 310027
27	第3届自控系统及仪表装置选型和技术发展研讨会	4季度	100	待定	上海市漕宝路103号学会 吴斌昌 邮编 200233
28	全国自动化教育学术年会	11月	100	西安	清华大学自动化系 萧德云 邮编 100084
29	生物信息论与生物控制论学术研讨会	5月	50	成都	北京朝阳区大屯路15号 陆惠民 邮编 100101
30	第二届信息时代的系统仿真技术研讨会	7月	100	合肥	北京西城区阜成门北大街17号8层优航公司 戴清林 邮编 100037