



纪念杨世铭先生



西安交通大学：陶文铨 何雅玲 王秋旺 唐桂华
上海交通大学：赵长颖 王经 罗永浩

发言人：陶文铨

西安交通大学热科学与工程国际合作联合实验室
西安交通大学热流科学与工程教育部重点实验室

2018-02-04, 上海



目 录

1. 杨世铭先生简历

2. 杨世铭先生对我国传热学教学与研究的贡献

3. 杨世铭先生对我国传热学研究走向世界的贡献

4. 《杨世铭传热学论文集》简要介绍



杨世铭先生（1925-2017）



1. 杨世铭先生简历

杨世铭教授是我国著名的工程热物理学家、传热学学科的奠基人之一。1925年1月生于江苏无锡。1942年考入交大机械系(中间曾因病修学),曾参加党领导的学生运动。1945年考入上海正泰橡胶厂。1948年毕业后赴美国学习。1953年获伊利诺理工大学博士学位。1953年底冲破美国禁令,辗转绕道英国回到上海,1956年调入交通大学。1957全家西迁。1958年出版我国自编第一本《传热学》教材。1962年起担任教育部热工教学指导委员会副主任,在西安交通大学工作28年,培养了6名研究生。1985年调到上海交通大学,对西安、上海两校的工程热物理学科博士点的建设做出了重要贡献;在上海交大培养了6名博士生及博士后,主持完成了《传热学》第3版、第4版的改写。2017年2月4日去世,享年92岁。



杨世铭先生的导师
Max Jakob

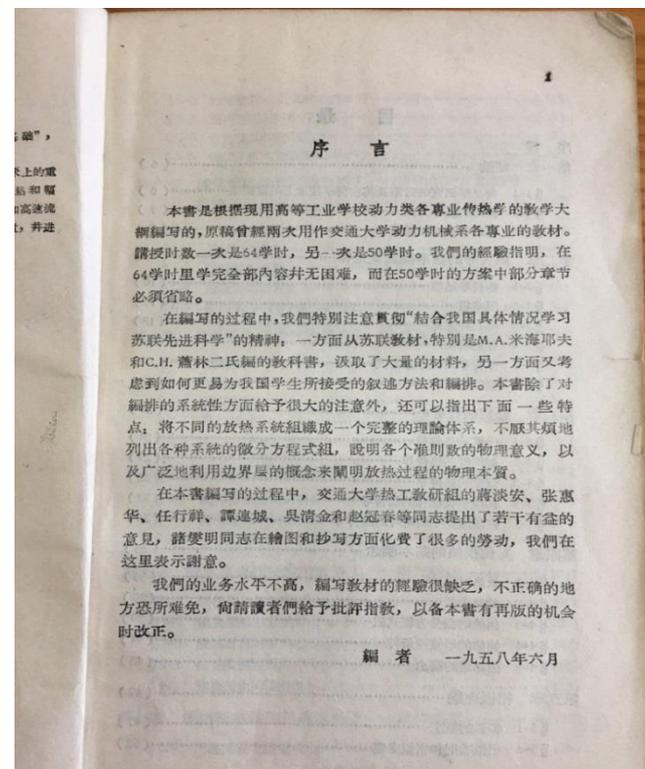
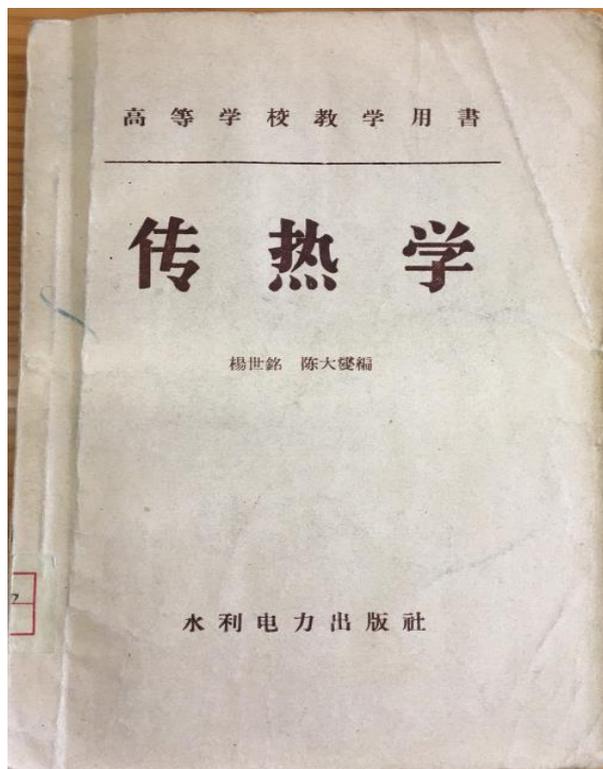
Jakob 教授1937年从德国移居美国，任职于伊利诺理工大学，是美国机械工程领域传热学教学与研究的奠基人，50年代初，培养了三位中国学生获得博士学位，1955年去世。美国机械工程学会为纪念**Jakob**教授，会同美国化学工程学会AIChE，设立了**Jakob**传热纪念奖（**Max Jakob Memorial Award**）首批获奖的学者有：**E R G Eckert, H W McAdams, E Schmidt, S S Kutatelads, 及 U Grigull**，足见这个奖在国际传热界的地位。我国学者**郑平**教授2006年获此殊荣。



2. 杨世铭先生对我国传热学教学与研究的贡献

(1) 编著了我国第一本由国人撰写的传热学教材

1958年北京水利
电力出版社出版



先后编著了11个版本的传热学教材，总发行量逾60余万册。我国年龄80以下的能源动力科技人员几乎都从杨世铭先生的教材得到受益。



(2) 明确提出传热学要解决的两大类工程问题 (1958)

第一章 緒 論

§1-1 傳熱學研究的對象及其在科學技術上的重要性

傳熱學研究的對象是熱的傳播過程。換熱過程出現在各種不同的科學技術領域內，而且起着很大的作用。我們所遇到的實際問題不外乎兩種類型：第一類型是力求換熱的增強，如達到用最經濟的設備來交換一定量的熱；第二類型是力求換熱的削弱，如達到熱損失最小或改善勞動條件的目的。所有這些問題的解決都要求我們掌握換熱的規律。



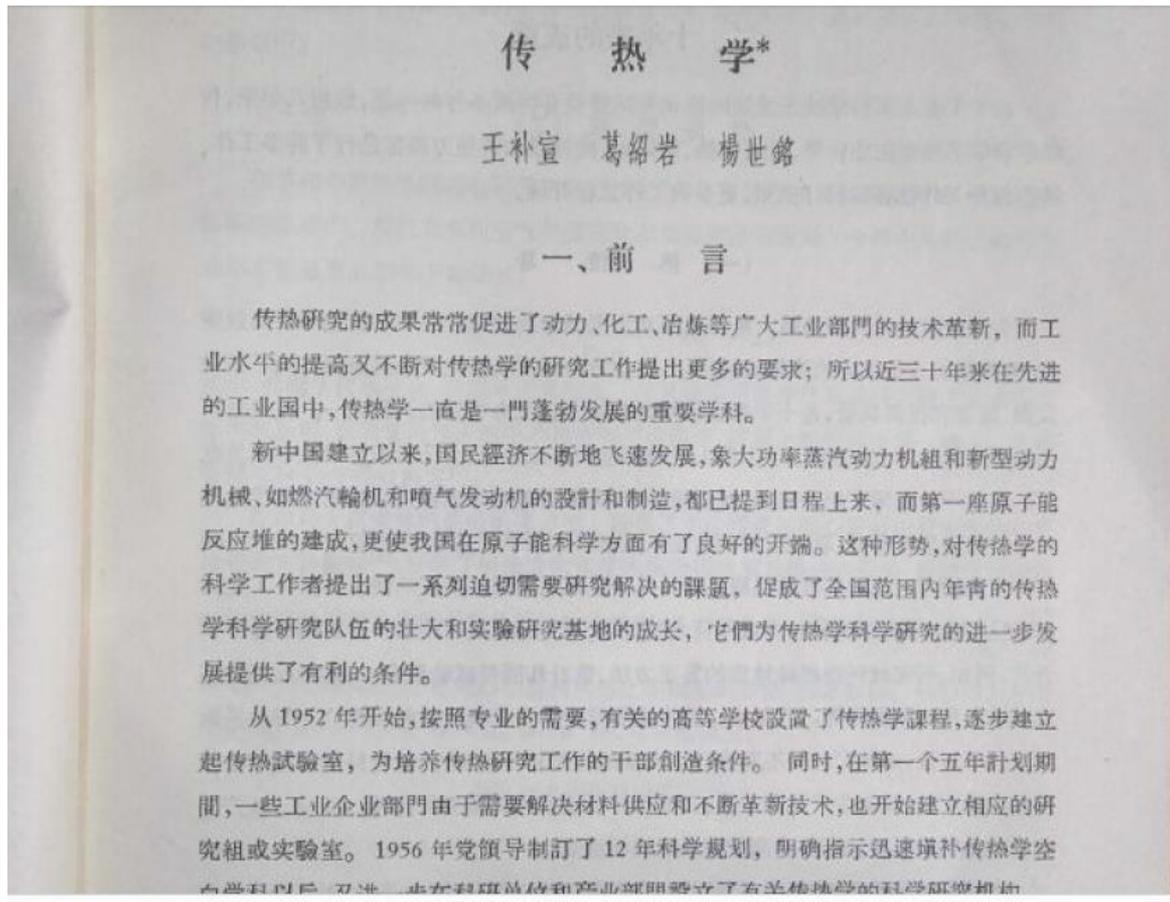
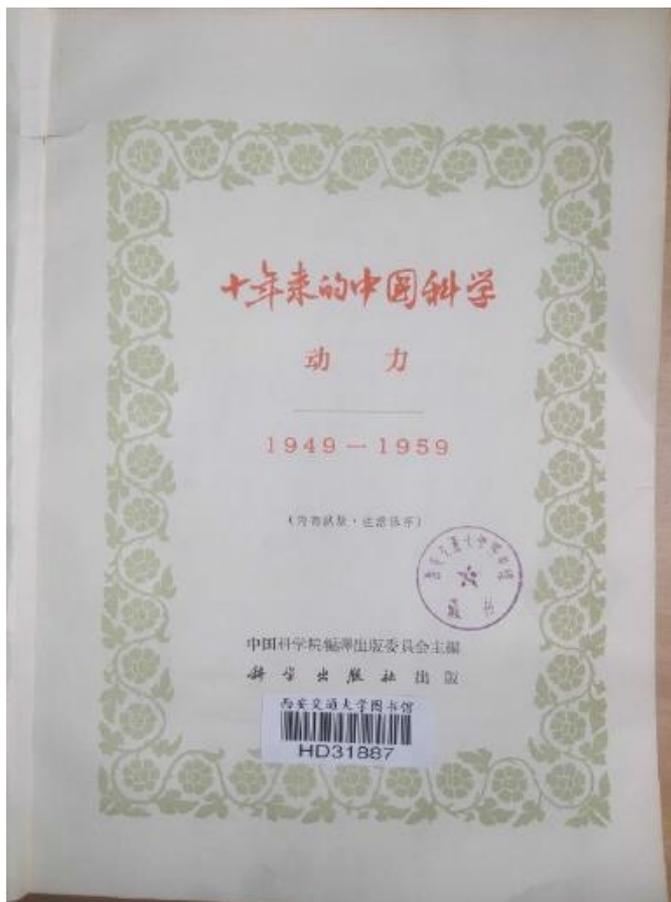
(3) 为我国热工教材和课程的建设做出了巨大贡献

1962-1995年应聘兼任教育部热工教学指导委员会副主任，与主任委员及其他委员一起组织制定了热力学、传热学课程的教学大纲，组织全国热工教学界的经验交流、师资培养、教材编审等工作，为我国热工教材和课程的建设做出了不可磨灭的贡献。





(4) 建国十周年之际合作撰写了：“传热学”《十年来的中国科学——动力》中专章（王补宣，葛绍岩合作，1959）



传 热 学*

王补宣 葛绍岩 杨世铭

一、前 言

传热研究的成果常常促进了动力、化工、冶炼等广大工业部门的技术革新，而工业水平的提高又不断对传热学的研究工作提出更多的要求；所以近三十年来在先进的工业国中，传热学一直是一门蓬勃发展的重要学科。

新中国建立以来，国民经济不断地飞速发展，象大功率蒸汽动力机组和新型动力机械，如燃气轮机和喷气发动机的设计和制造，都已提到日程上来，而第一座原子能反应堆的建成，更使我国在原子能科学方面有了良好的开端。这种形势，对传热学的科学工作者提出了一系列迫切需要研究解决的课题，促成了全国范围内年青的传热学科学研究队伍的壮大和实验研究基地的成长，它们为传热学科学研究的进一步发展提供了有利的条件。

从1952年开始，按照专业的需要，有关的高等学校设置了传热学课程，逐步建立起传热试验室，为培养传热研究工作的干部创造条件。同时，在第一个五年计划期间，一些工业企业部门由于需要解决材料供应和不断革新新技术，也开始建立相应的研究组或实验室。1956年党领导制订了12年科学规划，明确指示迅速填补传热学空白学科以后，又进一步在科研单位和工业部门建立了五处传热学的科学实验基地。



(5) 首次将显热与潜热之比的无量纲数引入分析相变传热 (以后文献中称为Jakob数, 1953)

Method of Dimensional Analysis. Applying the differential method, as described in detail by Jakob to Eq. (5), (7), and (33), yields

$$Re = \varphi_1[Pr, G, E] \quad (42)$$

where

$$Re = \frac{ux}{\nu} = \text{Reynolds number}$$

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \text{Prandtl number} \quad (43)$$

$$G = \frac{gx^3}{\nu^2} = \text{Nusselt's}^{[21]} \text{ gravity number}$$

$$E = \frac{c_p(T_f - T_g)}{h_{fg}} = \text{an enthalpy ratio}$$

and considering also Eq. (41):

$$Nu = \varphi_2(Pr, G, E) = \frac{x}{y} = \eta \left[\frac{h_{fg}}{c_p(T_f - T_g)} Pr \right]^{1/4} \left(\frac{gx^3}{4\nu^2} \right)^{1/4} \quad (44)$$

The interrelation between Eq. (42) and (44) is formed by the variables u and Y , which are not independent from each other; each of them occurs in one of these equations only. Furthermore,

$$St = \frac{Nu_m}{RePr} = \varphi_3(Pr, G, E) \quad (45)$$



(6) 得出了高热流密度下热电偶测温误差的分析解

热电偶导热在壁面温度测量中所引起的误差—着重高热负荷壁面的温度测量

杨世铭

摘要

从问题的数学描写出发, 文章对现有解法进行了仔细的评述, 指出了它们的近似性质和适用范围。对于高热负荷壁面的测温误差问题, 文章在比现有解更加符合实际的边界条件下, 获得了问题的解析解。这个解析解可以表示成下列无量纲方程式。

$$\Theta(B_1, B_2) = \frac{1 - \frac{B_2}{2B_1}}{\frac{3\pi}{4B_1} + 1}$$

式中, $\Theta = \frac{t_w - t_c}{t_w - t_f}$, 是热电偶接点处的无量纲偏差温度。

$B_1 = \frac{D}{\lambda} \sqrt{\frac{\lambda_c a_c}{D}}$, 是个变相的比奥准则。

$B_2 = \frac{aD}{\lambda}$, 是个比奥准则。

文章还进一步对减小测温误差的计算结果的热电偶安装方案, 解析解对有厚度壁面的适用性等进行了讨论。

一、引言

利用热电偶来测量壁面温度在工程实践和实验技术上应用很广。但是热电偶的导热作用破坏了原来壁面的温度场。热电偶的指示温度不同于原来未装热电偶的壁面的真实温度; 早在1908年, 努谢尔特[1]分析了这种热电偶导热作用引起的误差。在文献[2]里, 有努谢尔特分析的简明的介绍。努谢尔特假定:

(1) 热电偶可看作为一根垂直于壁面的长棒。壁面是半无限大平面。热电偶与壁面在

本文收到日期: 1962年8月10日

热电偶导热在壁面温度测量中所引起的误差

· 89 ·

在本文初稿完成以后, 作者看到耶律舍夫的一篇研究测温误差的文章[8]。那篇文章没有对具有贯穿热流的问题进行求解, 但却提出了一种近似的折合处理方案。后文将把本文的结果和它进行比较。

二、问题的数学表述及其分析

问题的数学表述

一个半无限大的物体, 表面不絕热, 表面热负荷为 q “大卡/小时(米)²”, 在未敷热电偶的条件下存在着一定的温度分布。为简化处理起见, 选取单向度的直线条分布 (z 向, 座标系统见图1) 的情况为研究的对象。敷设了半径为 R 的热电偶后, 由于热电偶的导热作用, 将有一定热量通过热电偶与壁面相接的圆形截面, 即 $z=0, r < R$ 的截面。这份热量取决于热电偶对周围介质的散热能力和它本身的导热能力, 在给定条件下是一定的。已知物性 λ, λ_c (都是常量), 边界上的散热强度 α, α_c (都是常量) 和热电偶的散热能力, 问题是求解出稳态半无限大物体内的温度分布 $t(r, \varphi, z)$ 。如果 t_c 表示在热电偶与壁面相接

$$\Theta(B_1, B_2) = \frac{1 - \frac{B_2}{2B_1}}{\frac{3\pi}{4B_1} + 1}$$

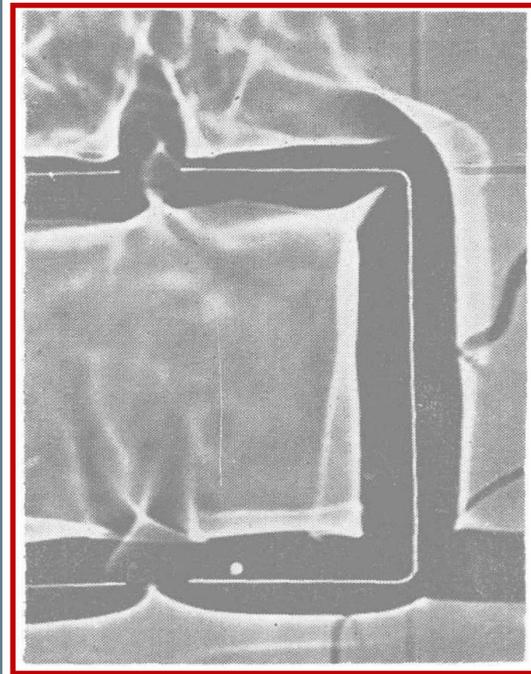
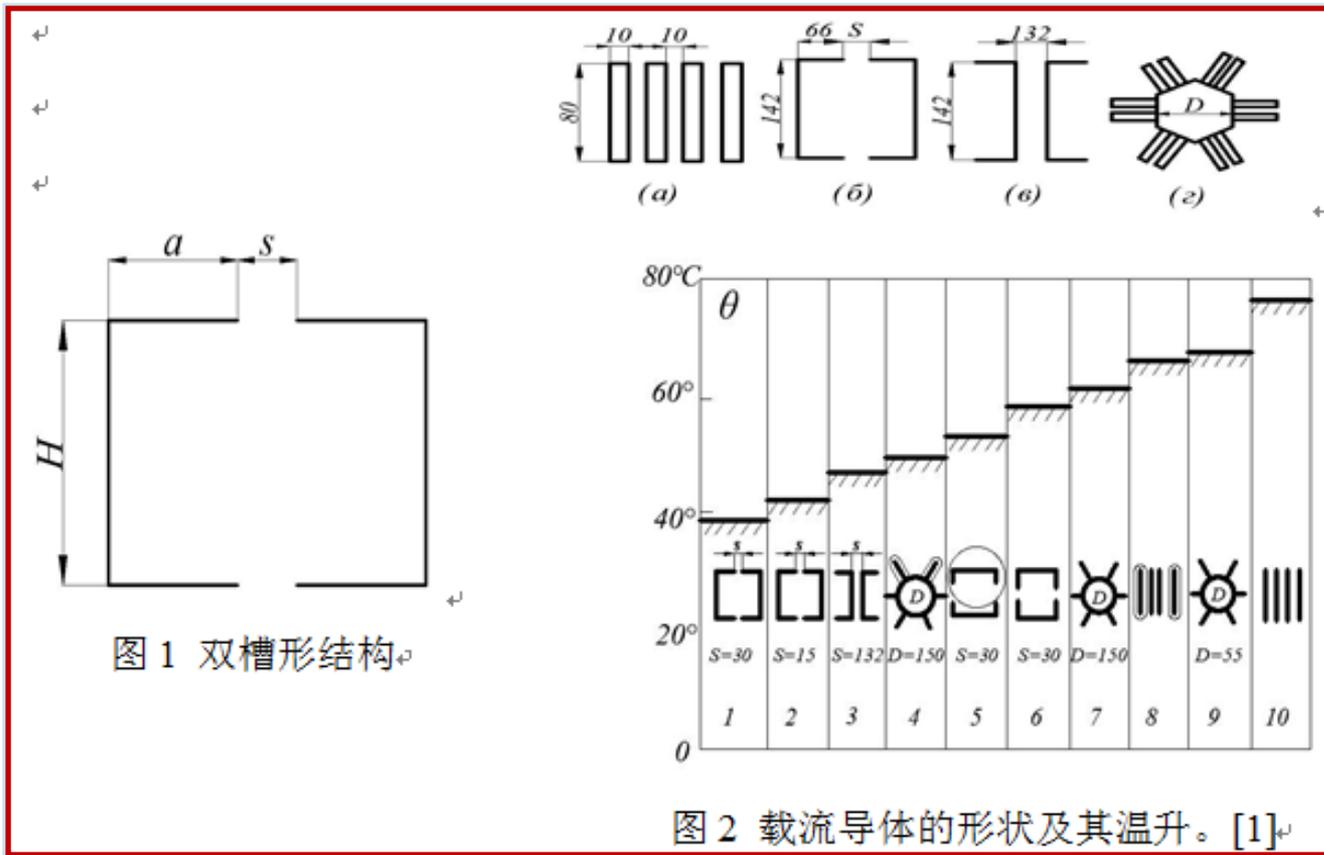
式中, $\Theta = \frac{t_w - t_c}{t_w - t_f}$, 是热电偶接点处的无量纲偏差温度,

$B_1 = \frac{D}{\lambda} \sqrt{\frac{\lambda_c a_c}{D}}$, 是个变相的比奥准则,

$B_2 = \frac{aD}{\lambda}$, 是个比奥准则。

(7) 获得了双槽形发热体散热的关联式 (1964)

在国内首次采用纹阴法获得了发热体附近热边界层的可视化结果。





(8) 改进了水平圆柱及垂直平板上自然对流传热关联式，指出自然对流从层流到湍流转变的判据是格拉晓夫数 Gr 而不是雷莱数 Ra （2005）。

Geometry	Gr range	C	n
Horizontal	$1.43 \times 10^4 \sim 5.76 \times 10^8$	0.48	1/4
Cylinder	$5.76 \times 10^8 \sim 4.65 \times 10^9$	0.0165	0.42
	$> 4.65 \times 10^9$	0.11	1/3
Vertical plate	$1.43 \times 10^4 \sim 3 \times 10^9$	0.59	1/4
	$3 \times 10^9 \sim 2 \times 10^{10}$	0.0292	0.39
	$> 2 \times 10^{10}$	0.11	1/3

这一研究结果已经收入《传热学》第4版与第5版。



3. 杨世铭先生对我国传热学研究走向世界的贡献

(1) 1979年10月邀请美国圣母大学杨光祖教授来西安讲 1个月，在我国首次将国际传热界的近期发展引入国内，与国际传热界隔绝多年的中国传热学研究开始走向世界，与世界发展接轨。

欢送聚会上杨世铭先生即席作诗一首

同	来	欢	今
为	日	送	日
四	方	教	聚
化	长	授	会
献	多	情	在
力	指	意	一
量	教	长	堂
。	，	。	，



楊光祖教授來華清學堂念 1979. 11.



向一敏

陈学俊

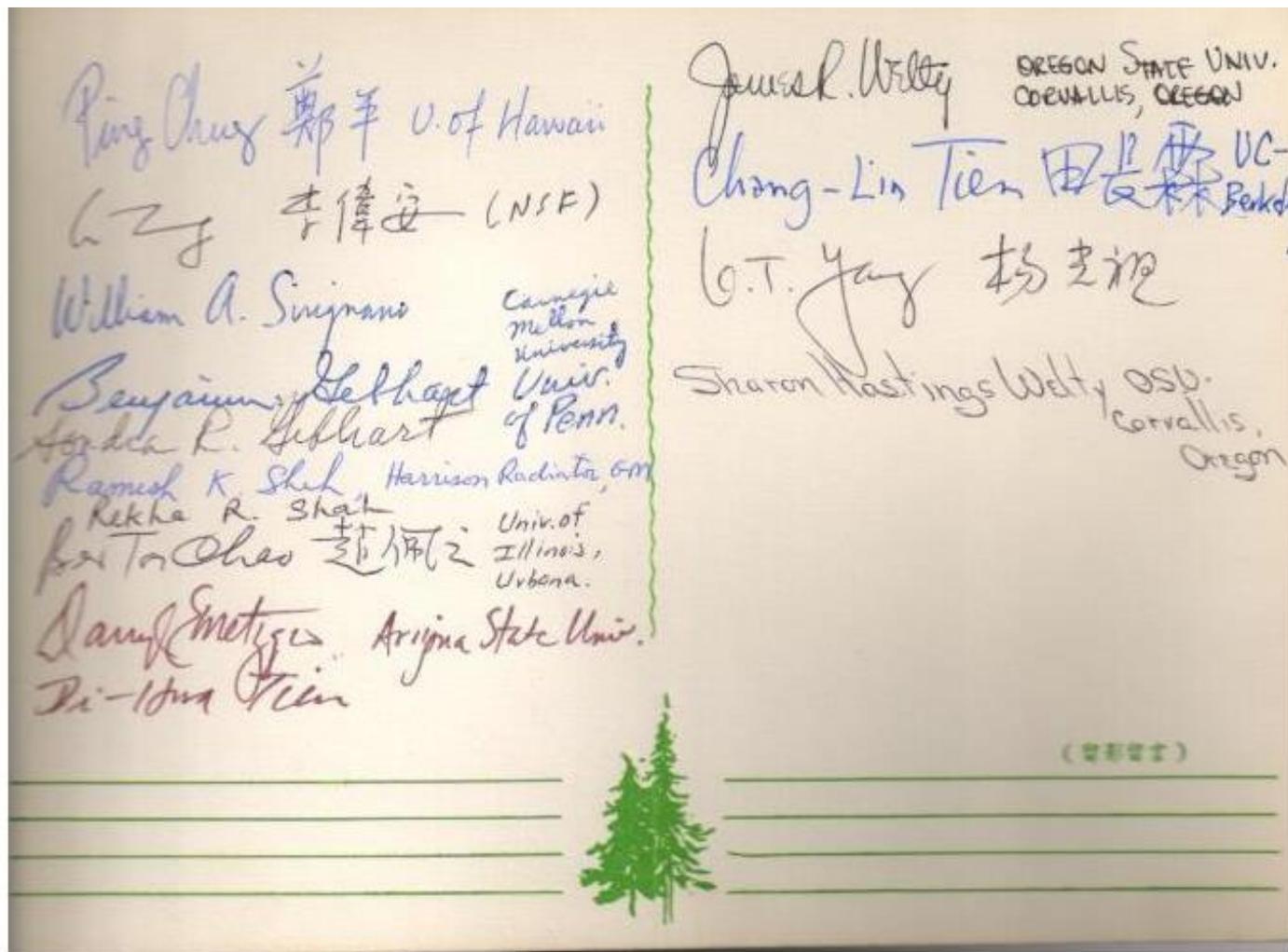
杨世铭

杨光祖

程迺晋



(2) 1983年促成美国传热学家代表团访华。上述两个活动时间之早在国内各学科实属凤毛麟角。



1983年美国传热学家代表团参观西安交大热工实验室时签名留念



(3) 长期任国际传热传质中心学术委员、执委和国际传热传质杂志荣誉编委等职，应邀赴英、日、美等国作学术报告，为发展国际学术交流做了大量的工作。



1982年在德国慕尼黑举行的第七届国际传热大会的中国代表合影
(黄素逸教授提供)



4. 《杨世铭传热学文集》简要介绍

1) 论文集编委会

西安交通大学：陶文铨(主编)，何雅玲，王秋旺，唐桂华

上海交通大学：赵长颖，王经，罗永浩





2) 杨世铭传热学论文集的主要内容

- (1) 杨世铭先生自传（写于1956年）；
- (2) 杨世铭先生科研、教学论文73篇；
- (3) 学生亲友回忆文章13篇；
- (4) 各个时期代表性照片31张；
- (5) 编后记

- 我的经历
杨世铭（1956.6.15）

（一）个人资料

我出生于 1925 年 1 月。籍贯江苏无锡县。幼年时乳名杨嘉生，入学校后即不再用。1940 年-1944 年地下工作时期，曾用名黄云。现住上海梵皇渡路（现改名为万航渡路-编者注）柳迎邨 19 号。

我的家庭出身是职员。1940 年在上海经蒋文焕（解放后任共青团上海市委委员）介绍参加共产党。



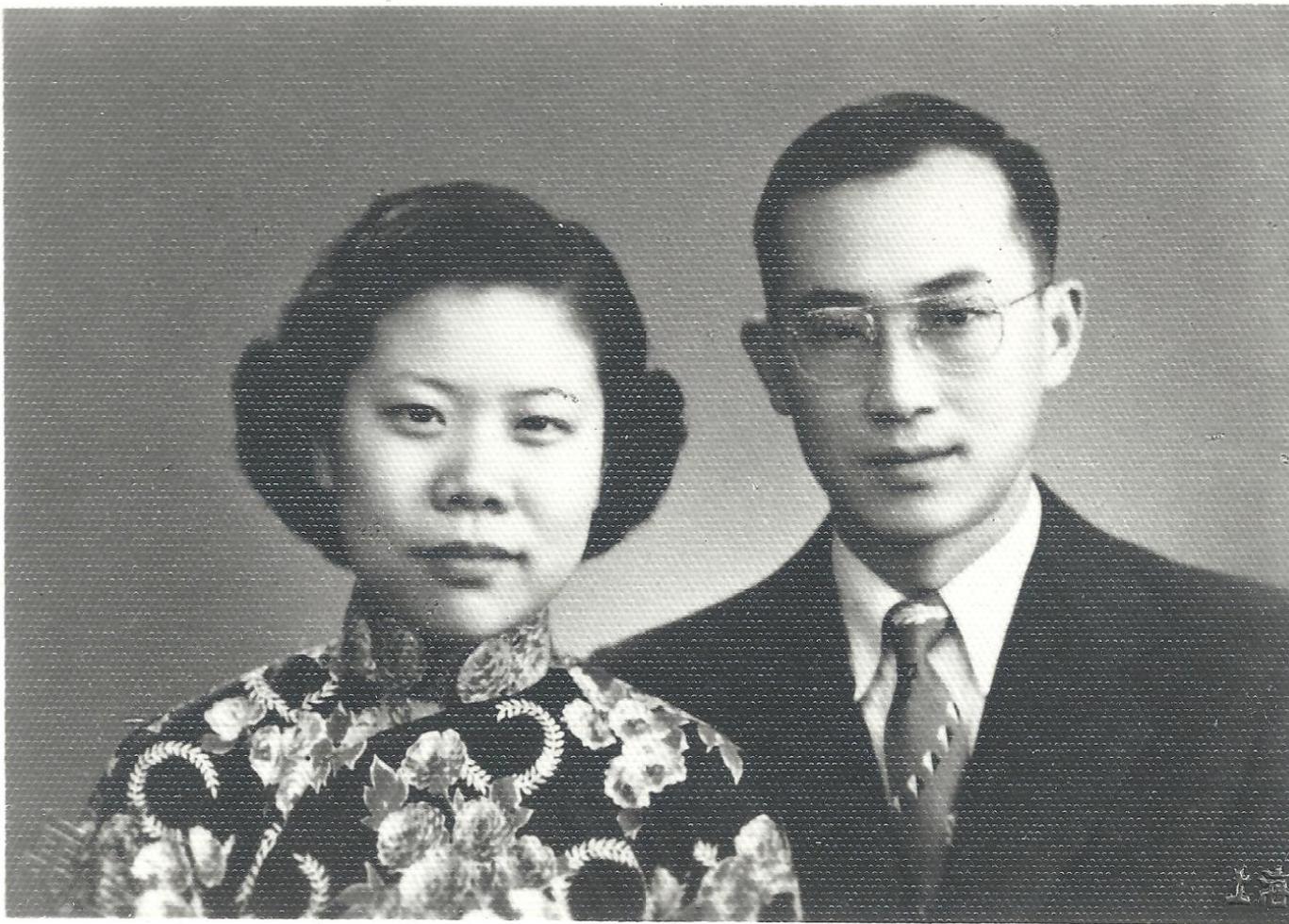
难忘的经历，深情的回忆

---忆恩师杨世铭教授

1959年2月1日，交通大学（西安部分）新学期开始，杨世铭教授给我们大班讲授“传热学”，我从此认识了先生；2017年1月4日我去上海徐汇区中心医院探视先生，这是最后一次与先生见面，跨度达58年之久，……。半个多世纪的交往，先生言谈交流时的轻声细语，待人接物的儒雅风度，对待科学事业的执着追求，对传热学内容的精准把握，对数值计算作用的高瞻远瞩，对待教材编著的一丝不苟，对后辈学子的提携支持，在物质利益方面的淡泊名利，对生活中发生不幸的坚强意志，和政治风云变幻时的宠辱不惊，对我的为人为学产生了深刻的影响。



1953年回国途经新加坡留影(杨世铭先生家属提供)



1954年杨世铭先生与夫人林菊媛合影
(杨世铭先生家属提供)



1990年5月杨世铭先生作为王如竹博士学位论文答辩委员会主席的合影（王如竹教授提供）



3) 编后记

我们怀着十分崇敬的心情编辑完这本纪念文集。…
先生1953年冲破美国政府的阻扰、绕道英国回到上海；
1957年积极响应国家号召全家随校内迁到西安；1958年在水利电力出版社出版了我国学者自己编写的第一本传热学教材，……一生淡泊名利、不挂虚名、不受高薪、注重实效；在经历了中年丧妻、老年丧子两大人生之痛后仍自强不息地积极生活…杨世铭先生的坎坷跌宕的人生、对后辈的提携和爱护、忠心报国的爱国精神以及对科学和教育事业执着追求的高大形象仿佛又浮现在我们面前，使我们久久不能平静。

希望本书对我国广大的中青年教师和学生有所裨益。



同舟共济 渡彼岸!

People in the same
boat help each
other to cross to the
other bank, where....