刘复田　沈元龙　编著

GB/T 10180—2003

《工业锅炉热工性能试验规程》的理解和执行

29
7

中国标准出版社
数码防伪

中国标准出版社

GB/T 10180—2003
《工业锅炉热工性能试验规程》的理解和执行

刘复田　沈元龙　编著

中国标准出版社

图书在版编目（CIP）数据

GB/T 10180—2003《工业锅炉热工性能试验规程》的理解和执行/刘复田，沈元龙编著．—北京：中国标准出版社，2004

ISBN 7-5066-3484-8

Ⅰ．G…　Ⅱ．①刘…②沈…　Ⅲ．工业锅炉-热工试验-国家标准-中国-学习参考资料
Ⅳ．TK229-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 044770 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码：100045
网址 www.bzcbs.com
电话：68523946　68517548
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092　1/16　印张 11　字数 250 千字
2004 年 8 月第一版　2004 年 8 月第一次印刷

*

定价 25.00 元

如有印装差错　由本社发行中心调换
版权专有　侵权必究
举报电话：(010)68533533

序

GB/T 10180—1988《工业锅炉热工试验规范》的修订工作，属于GEF(全球环境基金会)为提高我国工业锅炉效率，降低排放，对我国所作的资助项目。GEF设立了多项技术改造与标准修订项目，本标准的修订即是其中之一。

本项目由刘复田高工、李之光教授、王昌明高工组成编委。自1999年元月开始工作，用了3年时间，经历了如下几个阶段：

1. 收集国外标准的最新版本

包括：英国：BS 845—1987《蒸汽、热水和高温热载流体锅炉的热工性能评定》；德国：DIN 1942—1996《蒸汽锅炉验收试验规程》；日本：JIS B 8222—1993《陆用锅炉热工试验方法》等。

2. 编委们进行了调查研究

——在上海地区邀请有关的测试专家座谈，听取他们的意见；

——到西安、鞍山分别召开了西北测试站、东北测试站的全体人员座谈会，还邀请了西安交通大学赵欣新教授、西安常压锅炉测试站的专家一起座谈，他们都提出了很多宝贵的意见和建议；

——专访了西安、营口、鞍山三个锅炉厂，并征求修改意见。

3. 制定初稿与审查修改

编委对GB/T 10180—1988进行了全面修订，先后参加了各个阶段的审查会，根据审查意见，五改其稿，使之不断完善，最后经审查通过，报国家质量监督检验检疫总局，获批准并实施。

4. 有丰富经验专家的宝贵意见

编委们本着尽量吸收国外标准先进的内容，使之与其等同，又极尊重我国几十年测试经验。为此，经常征求有丰富测试经验的专家沈元龙高工及杨麟工程师的意见，得到他们大力支持，使修订内容有一个可行的基础，又得以提高一步，使之接近国外先进标准，又有利于测试精度的提高，还保持了原标准的框架和基本内容。

5. 与国外专家座谈

编委们还与南非专家进行了交流，使我们进一步理解BS 845标准的part Ⅰ和part Ⅱ的适用范围。他们认为20 t/h容量以下的锅炉均

可采用 part Ⅰ(要求可以放宽,测试时间可以缩短等),而编委们认为根据国情及市场经济初级阶段,还是参照 part Ⅱ为宜,我也同意此举。

本标准的出版,为工业锅炉行业提供了一份热工性能测试较先进的标准,此均应归功三位编委——刘复田、李之光、王昌明专家教授多年潜心研究的结果。而本书的编写更对本标准编写过程、数据采用的依据、测试方法的选用都作了全面的解释和阐述,有利于测试人员正确理解标准条文的要求,严格按标准进行试验。可以提高测试精度,得到正确度较高的锅炉效率值。

本书由刘复田与沈元龙高工合编,起到了珠联璧合的效果,刘工是锅炉标准专家,既有理论又有实践经验,而沈工则从事热工测试二十多年,有丰富的测试经验,二人合作编写起到互为补充,达到较高的水平。特别是几个案例为测试人员提供了编写报告的标准格式,使测试报告能写得统一、规范,对我们颇有裨益。

同济大学

张鹤声

2004 年 2 月

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

前　言

本规程自1988年正式颁布使用至今已有15年之久，此间正是我国改革开放取得巨大成功之际，从而不断推动我国经济、科学技术的迅猛发展。作为一种产品的试验规程，更是一种促进产品技术发展的重要手段。为此，本规程的修订是当务之急。加之，国家重视提高工业锅炉的效率，节约能源，加强环境保护，并在GEF的资助下，除对锅炉本体、燃烧设备进行研究改进外，就有关工业锅炉标准提出了9项制定、修订项目，本规程列于其中，属于修订项目，此即本规程修订任务的来源。

1　本规程的演变过程

GB/T 10180—1988是在JB/T 2829—1980的基础上修改而成的。在JB/T 2829—1980之前我国无此项标准，当时各厂都只能参照教科书上的要求做热工测试。在20世纪70年代末制定JB/T 2829时，曾收集和参考了国外标准：ASME—1964《锅炉机组性能试验规程》PTC. 4. 1；BS 845—1972《工业锅炉和蒸汽发生设备验收试验规程》；DIN 1942—1979《蒸汽锅炉验收试验规范》；JIS B 8222—1975《陆用锅炉热工测试方法》等。所以说工业锅炉热工试验规范的起步比较高，接近于当时的国外先进标准的水平。且在修订JB/T 2829时，编委们继续参考了上述国外标准当时的最近版本，所以修订成的GB/T 10180—1988标准与国外先进标准差距不是很大的。

2　本规程修订的基本思路

2.1　尽量与国际标准接轨

吸收国际标准及先进工业国家标准的先进科学内容，以提高我国标准的水平，并尽量与之接轨，这不仅可以提高我们的测试技术水平，而且有利我国加入WTO以后，工业锅炉进入国际市场，为国家扩大对外贸易作出贡献。

2.2　尊重我国的国情

虽然在解放前，我国无锅炉制造工业，仅能为进口锅炉作修配工作，但建国50多年来，我国已建立起自己较健全的锅炉制造工业体系，

已具有较完整的理论研究、科学实验、生产条件的工业锅炉行业。50多年来我国的科技人员积累了丰富的热工测试的经验，特别是由工业锅炉检测中心及其下属的6大分中心17年来进行了近千台锅炉的热工测试，取得了大量有价值的数据和资料，对本规程的试验程序已能熟练掌握。

所以，只要我们的测试方法能满足测试精度的要求，那我们就应该充分地尊重自己的经验，走我国自己的路，没必要搞形式上的邯郸学步，当然并不排斥学习国外先进的科学技术来提高我们标准的水平和质量。

2.3 保持规范的继承性和连续性

本规范在最初制定时就参考了国外标准，所以起点较高，比较成熟；在20多年工业锅炉的热工测试中取得了丰富的经验，测试的精度也是可信的。定期的修改是必要的，但总体结构上行业中测试人员对它已很熟悉，掌握了标准条文要求。我们认为无须作大的变更，刻求在形式上与国外标准一致，这样可以保持本规范基本结构的连续、继承和逐步发展。

2.4 反映市场经济的原则

以前，制定标准主要是体现国家计划经济的精神，大部分内容是反映主管部门对企业的要求，而缺乏市场经济的法则。也就是说没有充分反映用户及监察部门对标准的要求和意见，也没有对各种不同目的的试验提供不同规定，如验收试验、仲裁试验、运行试验等。不同的试验，要求不同，测试内容也不同，除新产品鉴定试验外，其他试验完全可以由双方协商而定，有一定的灵活性，可满足双方的要求，这样既达到双方的要求又能节约资金。

2.5 与有关标准协调一致

首先是与GB/T 10184—1988《电站锅炉性能试验规程》有关条文相协调一致。另外必须与煤炭、石油方面的标准相一致，特别是有关名称、符号、单位方面必须遵守他们的规定，如煤的应用基现改为收到基，连同符号都变了，虽然比较复杂，但必须采用这些规定。还有燃料取样、制备、化验等方法，则全部遵照这些标准。

3 与国外标准对比的主要差别

这次修改之前，将本标准与BS 845—1987、JIS B 8222—1993及DIN 1942—1996标准的最近版本进行了对比。共对照了51条[详见GB/T 10180—1988《工业锅炉热工试验规范》与国外(英、日、德)相应

标准对比表]，是有一些差别，但差别不大，相同处是大多数，主要差别是两个方面，一是前面提到的市场经济的模式，二是测量误差计算公式的采用。对第一个不同点这次尽量考虑进去，但也结合实际国情作了处理；对于第二个不同点将在对标准条文分析时详细阐述。

4 改变名称的原因

将名称改为“工业锅炉热工性能试验规程”，是为了与GB/T 10184—1988《电站锅炉性能试验规程》相一致。

5 本书的编写和格局

本书编写的方式是按标准的章、节、条逐条进行阐述，书中的章、节、条基本与之对应，但不会一样。许多章、节中因为内容较多，为阐述方便增加条、款，故读者在阅读本书时，请对照标准一起看，这样容易看懂和理解。

其次，本书不是教科书，而且是给锅炉专业人士及有一定锅炉测试经验人员在阅读本标准或在测试时，对某些条文不够清楚时查阅之用。因而没有作深入的理论性论述，读者只要能正确理解条文要求，并严格按条文规定执行的话，定能做好试验，取得有效可信的数据。所以我们本着有话则长，无话则短，讲清楚为止。

格局是按标准的格式，前面是正文，其次是表格，后面是附录。为了使读者了解我国标准GB/T 10180—1988版与英、德、日三国标准差距，特将对比资料列于其中。后面还列了几种炉型、几种燃料的测试报告，作为案例，是比较规范的，供测试人员编写报告时参考。案例提供了几种不同类型的测试报告，每份报告都均有目录一页，因其内容相同，故除第一份报告列出外，其后的几份报告中均删除目录一页。同理删除封面及扉页、插图。

编者看到过一些报告很不规范，什么都没讲清楚，最后效率数据就出来。这种报告可信度很低，经不起推敲，给委托者和用户产生误导作用。

最后希望我们大家一起来正确理解条文的要求，并以自己高水平的职业道德和高技术水平严格执行标准，为各方提供一份科学、正确、公正的报告。

编　者

2004年1月

目 次

序 …… 3

前言 …… 5

1 本标准的范围 …… 1

2 引用的文件 …… 5

3 术语和定义 …… 5

4 符号和单位 …… 6

5 总则 …… 6

6 试验准备工作 …… 11

7 试验要求 …… 16

8 测量项目 …… 25

9 测试方法 …… 28

10 锅炉效率的计算 …… 30

11 其他量的计算 …… 34

12 试验报告 …… 34

GB/T 10180—2003 表 2 试验数据综合表 …… 39

GB/T 10180—2003 表 4 试验结果汇总表 …… 41

附录 A 煤和煤粉的取样和制备 …… 42

附录 B 奥氏分析仪吸收剂配置方法 …… 42

附录 C 饱和蒸汽湿度和过热蒸汽含盐量测定方法 …… 43

附录 D 散热损失 …… 44

案例 1 燃煤蒸汽锅炉 SZL 20-1.6-AII …… 46

案例 2 燃煤热水锅炉 SZL 10.5-1.0/95/70-AII …… 54

案例 3 燃油蒸汽锅炉 WNS 4-1.25-Y …… 59

案例 4 燃油热水锅炉 WNS 0.7-1.0/95/70-Y(Q) …… 65

案例 5 燃气蒸汽锅炉 WNS 2-1.0-YQ …… 70

案例 6 燃气热水锅炉 WNS 1.4-1.0/95/70-Y(Q) …… 75

案例 7　燃煤过热蒸汽锅炉(沸腾炉) SHF10-2.5/400-H …… 80
案例 8　燃煤锅炉 SHL35-1.6-AⅡ …… 89
案例 9　燃城市煤气的进口锅炉 EURONOX STEAM BOILER
(WNS20-1.57-Q) …… 94
附表 1　饱和状态下水和水蒸气的热力特性 …… 100
附表 2　水和水蒸气的比容和焓 …… 105
GB/T 10180—1988《工业锅炉热工试验规范》与国外(英、日、德)相
应标准对比表 …… 153
参考文献 …… 163

1 本标准的范围

每一本标准都规定了它的适用范围，超过了这个范围它的一些规定就不适合了，这是首先要向采用者交代清楚的。既要讲清楚该标准适用哪些产品，又要讲清楚不适用与这些产品相似、相近，而又有一定差别的产品。因为相类似的产品可以有其相类似的共性，也有其不相同的个性，所以不能适用。或者说这份标准没有涵盖这个不同个性的产品。同样，有的产品虽既有共性，又有其不同的个性，但如在标准条文中作一些补充，附加一些规定，与标准大的框架无抵触的，那末标准就规定"可参照采用"来涵盖这类产品。还有，某一类产品大的结构与标准适用的产品相似，但又有其很大的特点，与前者有一定的差别，如技术上还不成熟，或测量手段还不规范，若不顾及它，它又无法归纳入其他产品中，则会阻碍它的发展（如垃圾锅炉）。在行业取得共识的基础上也采用"可参照采用"的办法过渡一下，待对这些产品作进一步研究，不断完善，不断成熟和逐步规范后，再修改补充标准条文，使之成为适用的产品。

1.1 明确适用的范围

1.1.1 蒸汽锅炉以及热水锅炉。锅炉用户使用锅炉，是为了提供热源或动力源，对大多数的工矿企业是用蒸汽或高温热水对其产品进行加热、焙烘、取暖、消毒、保温等等。如宾馆、大厦、大商场、机场、剧场、会展中心或北方居民都用其热源采暖或空调。少数的工矿企业则用蒸汽作为动力，驱动汽轮机来传动风机、水泵，油田和炼油厂或特殊部门都有这样需要。总之，工业锅炉绝大多数都以产生蒸汽和热水携带一定量热能的，以水作为介质的形式出现，这就是标准一开始就明确规定的道理。

1.1.2 工作压力的规定

以前 JB/T 2829—1980《工业锅炉热工试验》及 GB/T 10180—1988《工业锅炉热工试验规范》都规定为≤25kgf/cm²（2.5MPa）。这是因为我国工业锅炉在 20 世纪 80 年代以前大多数蒸汽参数都在 2.5MPa 以下的范围内，很少有 2.5MPa 以上的。所以在制定 GB/T 1921—1988《蒸汽锅炉参数系列》标准时将最大压力定在 2.5MPa。并在划分电站锅炉和工业锅炉的压力分界线时，也把以≤2.5MPa 为工业锅炉压力范围，电站锅炉测定为≥3.82MPa。这既是受到 20 世纪 50 年代原苏联标准的影响，也是由于当时我国锅炉工业还不发达以及刚刚改革开放，很少引进国外产品和技术，对国外的情况还很不了解。所以在很多有关工业锅炉标准的压力适用范围上都定在≤2.5MPa。为此，我国锅炉监察机构对锅炉制造厂进行颁发生产许可证的分级管理条例中，也是按压力高低来分级的，而 2.5MPa 就是划分电站锅炉和工业锅炉的分界线，这就是我国锅炉行业 50 年来的实际情况和历史。

随着对外开放的扩大，进口产品和技术的日益增多，使我们看到很多进口工业锅炉压力都超过 2.5MPa，国外没有用压力作为电站锅炉和工业锅炉的分界，而是从材料应力或结构安全作为考虑压力的因素。对锅壳锅炉，在 ISO 5730《焊接结构固定式锅壳锅炉（非水管锅炉）》就规定直接受火锅炉设计压力不超过 3 N/mm²。而英国标准 BS 2790《焊接结构锅壳式锅炉设计和制造规范》也规定了 3.0MPa。

这就拓宽了我们的思路，对锅壳锅炉来说压力也可提高到 3 MPa，对水管锅炉则无压力限制。工业锅炉是包含此两种锅炉的，因而本标准的压力适用范围应该可以提高些，以

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

扩大标准的使用范围。但是由于我国管理部门一直以≥3.82MPa 划分为电站锅炉的适用范围，为了不超越这条界线，又充分用足允许的空间，编写者就把压力定在<3.8MPa 这个范围内，这对多数工业锅炉都可适用了。事实上如压力超过这规定的范围，只要是工业锅炉范畴内的水管锅炉，不论是饱和还是过热蒸汽的锅炉都可参照本标准进行热工测试，只要对采用的仪表作些补充、调整，均能达到测试的精度而又比较经济。

1.2 试验的目的

热工性能试验，顾名思义是对工业锅炉在热态（即在正常燃烧状态下）工况下，测定其各种热工参数。主要的项目无外于蒸汽或热水的工质参数（出力、压力、过热温度）；排烟温度；烟气成分；过量空气系数；燃料耗量、发热量、成分；各种热损失；蒸汽品质；各点压力、温度；热效率等等。目的是考察锅炉是否达到设计要求和安全性。所以在以前的试验规范中明确了试验的目的是“进行热效率测定”和“对产品性能进行分析”（JB/T 2829—1980）。“目的是为了测定工业锅炉出力和效率……饱和蒸汽湿度和过热蒸汽含盐量……”（GB/T 10180—1988）。

以上两个标准的规定，主要是对锅炉制造厂新设计的试制产品为鉴定需要而进行的测试，所以常被称为鉴定试验。这是跟我国的体制有关，是我国前几十年计划经济的产物，制定标准的人是站在代表国家或上级部委的立场上写的，目的是代表国家把好产品质量关，要求工厂必须做到的事情。产品鉴定试验是作为验收工厂新产品的检测手段，一经试验测定合格，检测单位提供测试报告，再由上级主管部门组织各方面专家召开“XX 厂 XX 型号锅炉新产品鉴定会”，经专家审查通过鉴定书后，该型号锅炉就可（小）批量投产和销售。用户看到鉴定书后就放心订货了，一般不会提出什么异议，也很少提出技术上的问题。用户也不懂得如何保护自己的权利，因为那时代是卖方市场，用户买锅炉不容易，故不会再提出什么要求。在订货合同中，工厂既不写明保证效率值，用户也不关心应在合同中写明此保证值，并可以此作为验收产品的合法依据。因而，长期以来，制造厂在委托检测单位进行新产品性能试验时，都希望测试单位将效率测得尽量高，并将此效率值写进鉴定书、样本中，以提高产品的身价。以达到占领更多的市场份额，而不会顾忌用户对其按合同进行验收，因为那个时代大家无这样的概念，从来也没有用户提出验收的要求。

随着市场经济的不断深化，人们的理念有很大的转变，商业行为也逐渐被大家所熟悉，懂得了商业合同的重要性，它有法律作用，可运用法律手段来保护自己的利益。进口锅炉的日益增多，为了环境保护的要求，工业锅炉采用油、气燃料也迅速增加，燃料成本的成数倍增加，用户深感负担沉重，也开始重视了节能。用户在选购锅炉时也注意选择高效率的锅炉，也懂得了可要求供应商在现场进行验收试验，来考核锅炉的实际效率能否达到合同保证值，并确定了双方的权利和义务，以及达不到保证效率值和其它方面问题的索赔办法。此举对供应商提出了要对自己的保证效率值和其它方面应负的责任，使其不会象以前那样毫无顾忌地把效率写得很高。用户也重视尽量选效率高的锅炉，以节约能源成本，更知道了可请第三方进行验收试验来验证合同的保证值，以保护自己的权益，这是一个很大的进步。实际上，国外一些标准都明确表明是为市场服务的。如英国标准 BS 845—1987《蒸汽、热水锅炉及高温传热流体的热工性能评定》的前言中明确提出“本标准主要用于验收试验，但也可适用于验收以后的其他一些试验，无论是满负荷或部分负荷的情况……”。

本标准为了适应市场经济的发展及尽量与国际上一些标准接轨，明确了各种试验均可采用本标准。不仅仅定型试验需按本标准进行；对验收试验、仲裁试验和运行试验也应照此办理。虽说试验的目的不同，试验项目、测量项目可有所不同，但一旦在大纲中规定了试验项目，就必须按条文的规定执行。

如定型试验。往往不测净效率，但如需要比较各种燃烧方式所能达到的净效率水平，则可按表中所列的项目记录数据，或许还会增加一些项目。如采用了二次风而增加风机电功率等。

又如验收试验。是锅炉买卖双方为验收合同中所列的保证值是否达到，如锅炉在额定负荷、低负荷时的效率，锅炉出力、蒸汽湿度；还有燃烧器及风机的噪音等。那就围绕着这些项目编制试验大纲，当然如还有其它要求时，也列入大纲中，如炉壁温度等。

国外标准对验收试验的目的是这样写的“验收试验应能证实效率、功率或其技术条件的担保值均已得到满足”。

而仲裁试验。往往是双方有争议的项目进行测试，如出力不足、效率低、蒸汽温度过高或过低，是因为设计不当，还是煤质不对，或是运行不当等等。要究其原因那就对有争议的项目进行测试，以测量的数据来分析原因，明确结论，供有关部门裁决。

运行试验。长期以来，制造厂只提供额定负荷下的效率值，往往被认为是该型锅炉的最高值。实际情况并非如此，由于设计上的原因，效率的峰值并不一定在额定负荷下。从理论上说，每种型号锅炉都应进行一整套的试验，从 20％负荷至 100％负荷的效率曲线。以示效率的变化曲线，从中找出最高效率，用户可以按曲线来制定经济运行的方式。事实上，我国制造厂很少对自己的产品进行这样的测定，因而提不出这条效率曲线。为此，用户为了了解自己使用锅炉的性能，和锅炉最高效率点，需要进行运行试验。运行试验可以简化些，选择 60％至 110％负荷分成三～四点进行正平衡试验，可在额定压力下或常用的工作压力下进行，只测燃料量、出力、燃料发热量，蒸汽湿度可假设为一个常数，算出效率值。

图 1 是传统的燃煤锅炉效率曲线，长期以来给锅炉专业人员对它形成了很牢固的观验，锅炉效率就是这样变化的，并以此去评定燃油、气锅炉，往往导致错误判断。加之许多新结构炉型出现，效率曲线以非传统的曲线可代表。

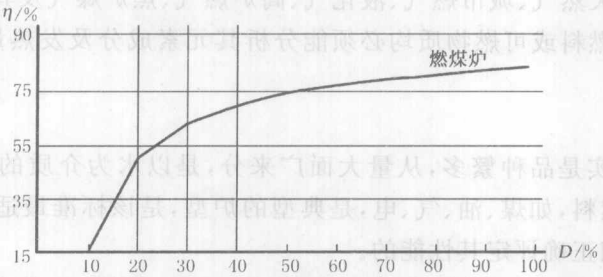

图 1　燃煤锅炉效率曲线(示意)

图 2～图 5 是几个国外公司公式提供的效率曲线，说明了各种不同的炉型结构，其效率曲线是不同的。用户掌握了所装锅炉的效率曲线，如果条件合适，用户可使锅炉运行在最高效率点的出力下，以达到节能效果。这也是本标准将其列入的原因，以鼓励制造商或用户进行运行试验。

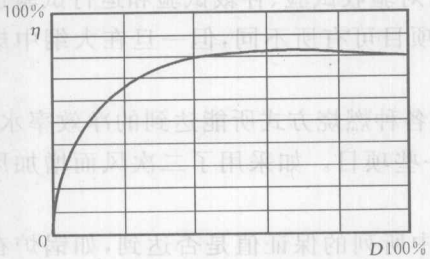

图 2　一般燃油锅炉效率曲线

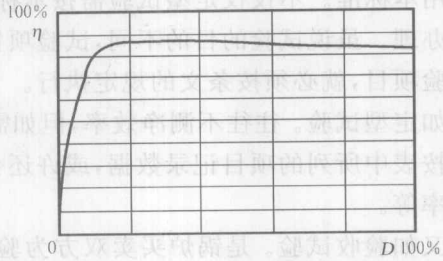

图 3　克雷登直流锅炉效率曲线

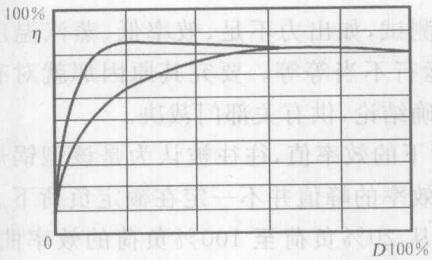

图 4　锅壳式与直流式锅炉比较

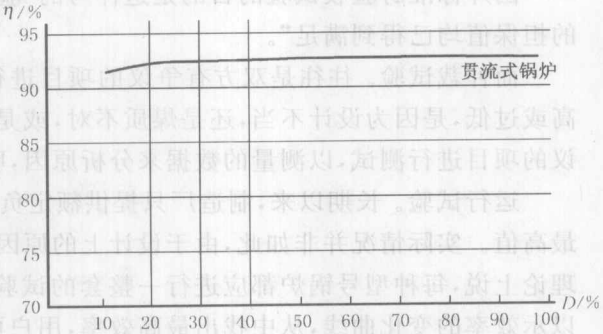

图 5　贯流式锅炉效率曲线

1.3　适用的燃料和炉型

1.3.1　由于工业锅炉所用燃料品种较广泛，有固体、液体、气体三种形态，而三种形态中又分成若干种。

如固体燃料就分为煤（烟煤、无烟煤、贫煤、褐煤等）；农林副产品（稻壳、木柴、甘蔗渣等）；油页岩及其它各种能燃烧的固体物质。

液体燃料中除各种油类燃料外，还有工业废液，化工副产品，以及近年来出现的水煤浆及其它可燃液态物质。

气体燃料则有天然气、城市燃气、液化气、高炉燃气、焦炉煤气及其它可燃气体等等。

以上任何一种燃料或可燃物质均必须能分析其元素成分及发热量，否则就难以运用标准中公式计算。

1.3.2　炉型

锅炉的型式确实是品种繁多，从量大面广来分，是以水为介质的蒸汽锅炉和热水锅炉，并燃用常规的燃料，如煤、油、气、电，是典型的炉型，是该标准最适合对它们进行全面测试、计算并能详细正确评定其性能的。

由于工业锅炉的概念，是指工业领域内为生产工艺、采暖、生活所提供的蒸汽、热水、动力的锅炉统称为工业锅炉。然而有些锅炉提供热源的介质是导热油，这种锅炉虽燃用的燃料与一般以水为介质的工业锅炉一样，但由于介质的比热与水不同，在计算上则有所不同，故本标准将其列为可参照采用。

近年来，随着科技的发展以及对环境保护日益紧迫，国外垃圾锅炉日益完臻，国内也

开始少量试制并投入运行了。它的归属，还是本着其功能来定，作为工业锅炉供汽，供热水的还是按本标准处理。但由于它的出现带来许多新的技术问题，特别是垃圾作为燃料，是个需要研究的问题，它有哪些成分，怎样化验，都尚未有标准可循。同时燃烧过程还较复杂，难以在本标准中详细规定。编写时本不想提及此事，但在几次审查会上，代表们的意见希望能有所注意，哪怕是参照执行也行。由于对其还缺乏了解，还需积累较多的数据，方能有所论及，但最后还是一致同意将其列为"可参照采用"来对待。

关于余热锅炉，在 JB/T 2829—1980 中是不明确的。但长期以来，也是参照采用的。因为绝大部分余热锅炉是产生饱和蒸汽和热水，而且均为工业所用，所以可属于 JB/T 2829—1980的范围内。后余热锅炉单独成立了研究所，待修改 JB/T 2829 时，有意见将其划出，故 GB/T 10180—1988 中写的"适用于 GB/T 1921《工业蒸汽锅炉参数系列》和 GB/T 3166《热水锅炉参数系列》规定的范围内的各种锅炉。"现 GB/T 10180—2003 则写明了"不适用于余热锅炉"，就把它划出去了。事实上，如果余热锅炉结构或传热方式与工业锅炉很接近的话，则参照一下也是可以的。国外是包括它的，这也是我国体制所造成。

英国 BS 845—1987 的前言是这样写的："……对商业和工业可采用的各种燃料的燃烧系统的锅炉设备进行试验。它可用于按合同需要的试验，或其后的各种试验，无论是满负荷或部分负荷的各种炉型，并包括余热锅炉和电能锅炉。"

德国 DIN 1942《蒸汽锅炉验收试验》范围很宽，"本规程适用于包括炉膛及其辅机在内的锅炉。过热器和其它换热设备(例如用于水、燃气、热油和钠等换热装置)。对于不带炉膛的上述设备的燃气轮机中的燃烧空气预热及燃气加热设备，在这类设备尚无专门的验收试验规程前它大致上也可适用。"

相比之下，我国的标准适用范围相对要窄得多。主要原因还是计划经济的产物，犹如铁路系统，各管一段，所以不得不将有的锅炉划出适用范围。国外是尽量扩大适用范围，如 DIN 1942 中连"燃气加热设备"都"大致上也可适用。"

随着我国不断深化改革，扩大开放和加速与国际接轨，想必本标准的适用范围会有所扩大。

2 引用的文件

在制定中一定会碰到标准之间相互引用，所以应将所引用的标准列出成为一章。有的标准引用标准，开列了一连贯标准号。现按 GB 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》规定：在本标准中引用别的标准中的条文"而成为本标准的条款。"的标准则列为本标准"引用文件"否则不需列入。所以本标准的引用标准只引有二个。

3 术语和定义

这是标准中很重要的一章。是对本标准所用的术语定下明确的定义，使术语的含义正确、清晰、一致。本标准在列入术语和定义时，一是尽量与我国国家标准的定义相一致，二是尽量与国外相同，以便与国外标准交流。在所列术语对应的英文术语则与 BS 845—1987 版相一致。

4 符号和单位

对一个大型标准，特别是有许多计算公式的就一定有很多符号、单位需要说明的，为此专门列一章，并以表格形式列出，一目了然。

由于气体燃料的发热量都是用标准立方米体积的气体所具有的发热量来表示，以前都用 kJ/Nm^3，由于 Nm^3 的 N 与单位牛顿 N 相抵触，现按规定取消 N，故在表 1 下写了这条“注”。表中序号 1、16、17、18、19、20、21 中的 m^3/h、kJ/m^3 均为以前的 Nm^3/h 及 kJ/Nm^3 的简化。

5 总则

5.1 测定锅炉的效率各国都采用两种方法，即我们常用的所谓正平衡测量法和反平衡测量法

正平衡法就是定义中讲的“直接测量输入热量和输出热量来确定效率的方法”，这种方法比较直观。只要能精确称得入炉燃料的质量（或体积），并精确测得其低发热量；再测得锅炉的实际出力、压力，即可运用公式计算出效率。一般来说，只要所取煤样有较精确的代表性，则测得的低发热量与实际试验用煤很接近得话，则其效率的精确度是较高的。

反平衡法是“通过测定各种燃烧产物热损失和锅炉散热损失来确定效率的方法”。这种方法是要测得各部份热损失，如 q_2、q_3、q_4、q_5、q_6 等。

如图 6 所示，A 为总输入热量，B 为实际输出有效热量，

$$B=A-(q_2+q_3+q_4+q_5+q_6),$$

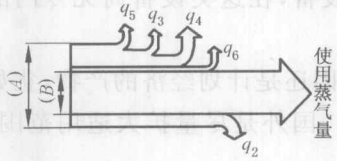

图 6 输入与输出能量的示意图

要精确测量 q_2、q_3、q_4、q_5、q_6 就要按标准规定，严格操作取样方法，取样点、取样、数量及缩分、储存、化验等。当然对熟悉标准而又有较丰富实践经验的测量人员来说，这些都是容易做到的。

不论是正平衡法还是反平衡法，只要测试时严格按标准条文规定的要求认真地执行，并正确掌握仪表的特性和操作规程，一般都能较精确地测得效率值。

当然这里还应提醒一句的是测试人员必须懂得锅炉原理、结构、主、辅机及其配套附件。还应清楚锅炉操作，安全规程，否则可能测不到精确效率，反而还会出笑话。笔者曾在检测中心工作期间，有一位工程师把测试数据整理计算出效率，超过 100%，在向我反映时还不知其然。笔者嘱其再去现场检查，必是给水系统有回水现象，经现场检查是给水旁路阀未关闭，给水经此阀回水箱。再复测后得效率为 79% 左右。同样在测试过程中，对所采集的数据应能分析其正确与否，个别数据的偏高程度应能分析原因，判断其是正常还是错误的。另外，还可从这些偏高的数据中发现各种问题。如燃烧是否正常：例如燃油炉的滤网堵塞，油量下降，油压上升，蒸汽出力下降等。锅炉运行是否正常：例如排烟温度明显上升，可能是受热面积灰严重，甚至烟道挡板损坏，烟气短路等。还有辅机是否正常：例如给水温度过低，是可能除氧器不正常；给水流量突然下降，是给水泵问题还是给水管路泄漏等。

总之，每一位测试者应对自己负责测量的对象很了解，对采集的数据的正确性能作出

判断，对出现的异常情况能作及时、正确的出理。

5.2 各国对测试方法的规定

5.2.1 英国 BS 845—1972 是这样说的："本标准规定了用直接测量输入热量和输出热量来确定热效率的方法以及确定各种燃烧产物热损失和在适用时确定废渣热损失的方法。"这里只写了"直接"测量和"确定各种燃烧产物热损失"的测量方法。没规定测试一定要用哪一种方法。而到 1987 年 BS 845 版本中，写成为"这部分使用了正、反平衡两种试验方法"。也没有规定一定要用哪种方法或两种方法同时进行。

5.2.2 德国标准 DIN 1942—1972《蒸汽锅炉验收试验》(1997 年版)有如下一节：

"5.1 确定效率的方法

锅炉效率可由两种方法确定之。

5.1.1 直接测量方法

效率以水和蒸汽获得的热量与同一时间内由燃料及空气等加入能量之比值来确定。

5.1.2 间接测量方法

效率以锅炉各项损失来确定。

采用直接方法时也建议对一项最主要的损失作补充测定。

两种方法测出的数值原则上是相等的。选择哪一种方法是由现有可能性和考虑到所希望达到的总测量容许误差来决定的。

如果能足够精确地掌握燃料量及热值的话，在一定条件下直接方法比较简单。"

这段文字说明，测量效率可用以上两种方法中的一种，而不是同时用两种方法一起测。

5.3 我国标准的规定

我国标准 JB/T 2829—1980《工业锅炉热工试验》中"3. 对于工业锅炉一般用正平衡法进行热效率测定，并应同时进行反平衡法测定，以利校核和对产品性能进行分析。对手烧炉可只进行正平衡测定。在使用正平衡法有困难时，可用反平衡法进行热效率测定"。

GB/T 10180—1988《工业锅炉热工试验规范》GB/T 10180—2003《工业锅炉热工性能试验规程》的规定："5.1 测定锅炉效率应同时采用正平衡法和反平衡法，……用正平衡法测定有困难时，可采用反平衡法测定锅炉效率……"。

这个标准的三个版本规定了"应同时采用"正平衡法和反平衡法来测定锅炉效率这是我们从国情出发，又经过 20 来年实践证明是行之有效的方法。

5.3.1 我国的国情

a) 煤质不稳定：

我国供工业锅炉的用煤都是原煤，是从来不会长期供一个地方的煤，用户会告诉说："我们是来什么煤就烧什么"。即使同一批来的煤，虽属同一大类的煤，为三类烟煤，也会混入不同煤种，对元素、发热量往往会影响很大。所以在取煤样时，代表性不广泛，往往会出现较大的误差，效率会很高或很低。这跟国外一些小型链条炉用的成品煤就大不一样了。他们的煤种接近，颗粒大小均匀，一般 20～25 mm 左右，元素和发热量相差不大，测得效率就不会相差很大。所以，我们不能只采用一种方法，而是同时采用正、反平衡两种

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com