



中华人民共和国国家标准

GB/T 8117.2—2008/IEC 60953-2:1990
代替 GB/T 8117—1987

汽轮机热力性能验收试验规程 第2部分:方法B——各种类型和容量的 汽轮机宽准确度试验

Rules for steam turbine thermal acceptance tests—
Part 2: Method B—Wide range of accuracy for
various types and sizes of turbines

(IEC 60953-2:1990, IDT)

2008-07-02 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围和目的	1
1.1 范围	1
1.2 目的	1
1.3 合同中应考虑的事项	1
2 规范性引用文件	1
3 单位、符号、术语和定义	2
3.1 通则	2
3.2 符号和单位	2
3.3 下标、上标及定义	4
3.4 保证值和试验结果的定义	5
4 总则	8
4.1 试验的预规划	8
4.2 试验准备阶段的协议与安排	8
4.3 试验计划	9
4.4 试验的准备	9
4.5 对比测量	12
4.6 试验的整定	12
4.7 预备性试验	13
4.8 验收试验	13
4.9 验收试验的重复	15
5 测量技术和测量仪表	15
5.1 通则	15
5.2 功率测量	19
5.3 流量测量	20
5.4 压力测量(不包括凝汽式汽轮机的排汽压力)	25
5.5 凝汽式汽轮机排汽压力的测量	28
5.6 温度的测量	29
5.7 蒸汽品质的测量	31
5.8 时间测量	36
5.9 转速测量	36
6 试验结果的计算	36
6.1 计算前的准备	36
6.2 结果的计算	37
7 试验结果的修正及与保证值的比较	38
7.1 保证值和保证工况	38
7.2 新蒸汽流量的修正	38

7.3	最大输出功率的修正	38
7.4	热效率和热力学效率的修正	38
7.5	修正值的定义与应用	39
7.6	修正方法	39
7.7	修正中考虑的变量	41
7.8	与保证值的比较	43
7.9	汽轮机性能的劣化(老化)	44
8	测量不确定度	45
8.1	通则	45
8.2	汽水特性测量不确定度的确定	45
8.3	输出功率测量不确定度的计算	46
8.4	质量流量测量不确定度的确定	47
8.5	试验结果测量不确定度的计算	48
附录 A (规范性附录)	给水加热器和凝汽器泄漏试验	50
附录 B (规范性附录)	喉部取压喷嘴	51
附录 C (规范性附录)	多重测量值的数据处理,相容性	55
附录 D (规范性附录)	质量流量平衡	56
附录 E (规范性附录)	将试验结果修正到保证条件的典型通用修正曲线	58
附录 F (规范性附录)	验收试验中测量不确定度与误差传递的简明统计学阐述	78
附录 G (规范性附录)	输出功率测量不确定度的计算——电气测量	80

前 言

标准 GB/T 8117《汽轮机热力性能验收试验规程》分为若干部分,其中:

- 标准的第 1 部分:方法 A——大型凝汽式汽轮机高准确度试验;
- 标准的第 2 部分:方法 B——各种类型和容量的汽轮机宽准确度试验;
- 标准的第 3 部分:方法 C——改造汽轮机的热力性能验证试验。

本部分为 GB/T 8117 的第 2 部分。

本部分等同采用 IEC 60953-2:1990《汽轮机热力性能验收试验 第 2 部分:方法 B——各种类型和容量的汽轮机宽准确度试验》(英文版)。

本部分起草过程中,指出了 IEC 60953-2:1990 原文中的几个错误,得到 IEC 技术委员会的答复,做了以下相应的修改:

- a) IEC 60953-2 原文表 1 中,凝汽式机组排汽压力允许变化“25%”改为“2.5%”;
- b) IEC 60953-2 原文表 3 中,A 项中“ t_1 ”改为“ p_3 ”;
- c) IEC 60953-2 原文图 B.2 中,喉部雷诺数符号“ R_d ”改为“ Re_d ”;
- d) IEC 60953-2 原文图 B.4 中,“0.25 mm”改为“0.025 mm”;
- e) IEC 60953-2 原文图 D.1 中,补充“高压缸”示图;
- f) IEC 60953-2 原文图 D.1 中,补充“ m_{v2} ”示图;
- g) IEC 60953-2 原文附录 E 第一段中,修正系数“ E ”改为“ F ”;
- h) IEC 60953-2 原文图 E.11 中,最低一级压力符号“ p_1 ”改为“ p_i ”;
- i) IEC 60953-2 原文图 E.12 中,对于 p_1 大于“22.1bar”改为“221bar”;
- j) IEC 60953-2 原文表 E.1 中,公式 E.11 中符号“ W_{ax} ”改为“ W_{axg} ”;
- k) IEC 60953-2 原文附录 G 中,d.2 和 d.3 公式中的右大括号位置有误,已改正。

为便于使用,本部分作了下列编辑性修改:

- a) 删除 IEC 60953-2 原文的“前言”和“序言”;
- b) 新增加“规范性引用文件”一章,并对 IEC 60953-2 的章节重新排序;
- c) 对 IEC 60953-2 原文中的表重新排序;
- d) 对 IEC 60953-2 原文图中部分内容重新编译;
- e) 对 IEC 60953-2 原文正文中的脚注重新排序。

本部分代替 GB/T 8117—1987《电站汽轮机热力性能验收试验规程》。

新修订的 GB/T 8117 系列标准与 GB/T 8117—1987 相比,在适用范围、结构、内容及要求等方面有很大的变化。前者根据 IEC 60953 对应地分为若干部分,用不同的方法实施汽轮机热力性能验收试验和评估汽轮机热力性能,且各部分可单独使用,更加适用于不同的机组和不同的验收试验要求的需要。GB/T 8117—1987 则是比较简单的通用试验标准。

本部分主要适用于各种类型和容量的汽轮机宽准确度热力性能验收试验,对试验结果的修正叙述比较详细,并考虑了对汽轮机性能老化的修正,以及湿蒸气焓的测量和核电站放射安全等问题。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 均为规范性附录。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国汽轮机标准化技术委员会(SAC/TC 172)归口。

GB/T 8117.2—2008/IEC 60953-2:1990

本部分负责起草单位：西安热工研究院有限公司、上海发电设备成套设计研究院。

本部分起草人：施延洲、刘晨、刘向民、张华民、赵毅、胡先约、杨寿敏、程钧培、刘志江、郭建林、安敏善、叶奋、周良茂、朱立彤。

本部分代替标准的历次发布情况为：

——GB/T 8117—1987。

引 言

随着测试技术的迅速发展和汽轮机容量的增大,有必要对有关验收试验标准 GB/T 8117—1987 进行修订。

为满足我国电力工业发展和国际贸易的需要,所以整个标准将对应 IEC 60953 分为若干部分,用若干不同的方法实施汽轮机热力性能验收试验和评估汽轮机热力性能,且各部分可单独使用。

本部分适用于各种类型和容量的汽轮机宽准确度热力性能验收试验。

1) 有关不确定度的基本原理与数据

标准的第 1 部分(方法 A)适用于获得高准确度的汽轮机性能水平的试验,其测量不确定度为最小,试验过程中的运行条件要严格遵守,并强制执行。

方法 A 是采用校验过的最准确的专用仪表并使用现有最好的测试方法。试验结果的不确定度相当小,并在试验结果与保证值进行比较时不必考虑。对于火电机组,该不确定度不大于 0.3%;对于核电机组,则不大于 0.4%。

试验的准备和实施所需的仪表及人工费用,对于大容量机组或首台机组,在经济上一般还是合算的。

标准的第 2 部分(方法 B)适用于各种类型和容量的汽轮机,有适当测量不确定度的性能验收试验。试验仪表和测量方法应遵循本标准的规定,主要采用标准仪表及标准的试验方法,也可完全采用经校验的高准确度仪表。试验结果的测量不确定度按本标准提供的计算方法确定。除非合同中另有规定,通常在试验结果与保证值进行比较时需考虑试验结果的测量不确定度,因而验收试验的总费用与待测定的保证值的经济价值有关。

在方法 B 中,对试验过程中的运行条件的规定较为灵活,并且当这些规定不能满足时,还推荐了一些处理办法。

试验如采用了符合标准的仪表及方法,对于大型凝汽式火电机组,试验结果的测量不确定度通常在 0.9%~1.2% 之间;对核电机组在 1.1%~1.4% 之间;对背压式、抽汽式和小容量凝汽式机组,在 1.5%~2.5% 之间。通过提高仪表准确度,主要是通过增设主流量测点和校验主流量测量装置,可进一步减小测量结果的不确定度。

2) 方法 A 与方法 B 之间的主要差别

在方法 A 中,有关说明指导试验人员进行试验的准备、实施以及测量技术等方面的内容比方法 B 更为详细。在方法 B 中,将此类细节处理较多地留给了试验人员自行判断和决定,因而要求试验人员具有足够的经验和专长。

3) 指导性原则

在方法 A 中,对试验准备和试验条件的要求,尤其如试验的持续时间、试验工况的偏离和稳定性以及双重测点值之间所允许的差别等方面都更严格。

试验最好在开始投运后 8 周内进行。目的在于把汽轮机性能的劣化及汽轮机发生损伤的风险降低到最小程度。

在此期限内宜进行(包括焓降试验在内)一些预备性试验,以监视汽轮机高压缸和中压缸性能的变化。然而这些试验不能得到低压缸的性能,因而应尽早进行验收试验。

在任何情况下,当使用方法 A 时,如果焓降试验表明高压缸或中压缸的性能下降,或者由于电厂条件要求将预备性试验推迟到首次启动 4 个月之后进行,则验收试验宜延期进行。

当使用方法 A 时,不允许将试验热耗率按启动焓降效率试验的结果进行修正或进行老化修正。

如果试验不得不延期,方法 A 建议试验在首次大修后进行,并推荐了在试验前确定汽轮机大体状况的几种方法。

4) 测量仪表和测量方法

a) 电功率测量

除了在两种方法中要求的电功率测量条件相似之外,方法 A 还要求在每完成一次试验之后,用对比测量法校核仪表,两者之间的允差不大于 0.15%。

b) 流量测量

方法 A 要求用校验过的节流装置来测量主流量。其中推荐使用喉部取压喷嘴,这里提供了设计与使用方面的详细说明。

校验这些装置,应连同其上、下游管段及整流器一道进行,并且提供了需由流出系数校验值外推的方法。

在方法 B 中,通常使用标准节流装置测量流量。对需要降低总的测量不确定度的场合,建议对标准节流装置进行校验。为了降低测量不确定度,建议对主流量测量采用双重或多重测点。在标准中还介绍了一种检查其测量一致性的方法。

c) 压力测量

方法 A 与方法 B 对压力测量的要求和建议基本上相同,仅对凝汽式汽轮机排汽压力的测量方法有些不同。

d) 温度测量

在两种方法中,温度测量的要求基本相同。然而方法 A 在技术细节上更为严格,要求如下:

- 试验前、后需校验;
- 主要温度双重测量值的最大偏差为 0.5 K;
- 带连续导线的热电偶;
- 所要求的总准确度。

e) 蒸汽品质测量

方法 A 与方法 B 完全相同。

5) 试验结果的计算

在方法 A 与方法 B 中所阐述的数据整理和试验结果的计算方法相同,但在方法 A 中,定量分析要求更为严格。

为避免由于未满足某些要求而使试验作废,方法 B 提供了一些处理此类情况的建议。

另外,方法 B 还提供了测量变量和试验结果不确定度的详细计算方法。

方法 B 还为在规定试验期限之后和不经事先检查而进行试验及评价推荐了一些其他方法。

6) 试验结果的修正及与保证值的比较

方法 A 和方法 B 都提供了把试验结果修正到保证工况的方法。

方法 A 提出将试验结果与保证值进行比较时,不考虑试验结果的测量不确定度。

方法 B 提供了范围较宽的修正办法。此外,在与保证值比较时考虑试验结果的测量不确定度。

7) 使用建议

因为在电厂设计阶段就要考虑要采用的验收试验方法,因而,宜尽早确定采用何种方法,并最好在

汽轮机订货合同中予以确定。

方法 B 能适用于各种类型和容量的汽轮机验收试验。宜尽早确定所要求的测量不确定度,以便在电厂设计中采取必要的措施。

如果保证范围是整个电厂或其大部分设备,则在验收试验中可根据该保证值的定义,使用任何一种方法中的相关内容。

汽轮机热力性能验收试验规程

第 2 部分：方法 B——各种类型和容量的 汽轮机宽准确度试验

1 范围和目的

1.1 范围

GB/T 8117 的本部分适用于各种型式、容量和用途，准确度范围较宽的汽轮机热力性能验收试验，对于某个具体情况来说，只需应用本标准的相关条款。

本部分提供了过热蒸汽或饱和蒸汽轮机的试验方法。其中包括确定湿蒸汽比焓所需的测量及方法，并叙述了在核电厂中考虑到放射性安全条例情况下进行试验需要预防的措施。

本部分规定了验收试验的准备、实施、评估、与保证值的比较以及计算测量不确定度等方面统一的规则，同时也包含了进行验收试验条件的细节。

如果有本部分未涉及的任何复杂或特殊的情况，则制造商和买方应在合同签订之前达成适当的协议。

1.2 目的

本部分所叙述的汽轮机和汽轮机组热力验收试验，其目的是验证制造商所提供的以下保证值：

- a) 汽轮机组的热效率或热耗率；
- b) 汽轮机的热力学效率或汽耗率或规定蒸汽流量下的输出功率；
- c) 主蒸汽通流能力和(或)最大输出功率。

保证值及其条款应表达完整而且无矛盾(见 3.4)。验收试验也可包括按保证条件进行修正所需的一些测量，并检查试验结果。

1.3 合同中应考虑的事项

本部分的某些事项要在早期就予以考虑，这些事项将在下列条款中论及：

条款

1.1(第 4 段)

1.2(第 2 段)

4.1(第 3 和第 4 段)

4.3.3(第 1 段)

7.6

7.8

7.9(第 1 段)

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 8117 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 755.2 旋转电机(牵引电机除外)确定损耗和效率的试验方法(GB/T 755.2—2003, IEC 60034-2:1972, IDT)