



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 8117.3—2014/IEC 60953-3:2001

---

## 汽轮机热力性能验收试验规程 第3部分:方法C 改造汽轮机的热力 性能验证试验

**Rules for steam turbine thermal acceptance test—Part 3: Method C—  
Thermal performance verification tests of retrofitted steam turbines**

(IEC 60953-3:2001, Rules for steam turbine thermal acceptance test—  
Part 3: Thermal performance verification tests of retrofitted steam  
turbines, IDT)

2014-12-22 发布

2015-06-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
1.1 范围 .....	1
1.2 目的 .....	1
1.3 合同中需考虑的事项 .....	1
2 规范性引用文件 .....	2
3 单位、符号、术语和定义 .....	2
3.2.1 本部分用的符号和单位 .....	2
3.3.1 本部分用的下标、上标 .....	2
3.3.2 本部分的术语和定义 .....	3
3.4.8 部件效率 .....	4
3.5 保证值选用的指导 .....	6
3.5.1 绝对保证值 .....	6
3.5.2 性能提高的相对保证值 .....	7
4 总则 .....	8
4.1 试验的预规划 .....	8
4.3.1 验证试验的时间 .....	8
5 测量技术和测量仪表 .....	10
5.1.6 改造前试验和改造后试验的一致性 .....	10
5.2.8 改造前试验和改造后试验的电功率确定 .....	10
5.3.1 待测流量的确定 .....	10
5.7.7 改造应用中示踪技术的使用 .....	11
6 试验的计算 .....	11
6.1 试验计算准备 .....	11
6.2.2 平均读数的修正和换算 .....	11
6.2.4 水和蒸汽的热力性质 .....	12
6.2.5 试验结果的计算 .....	12
7 试验结果的修正和与保证值的比较 .....	14
7.1.1 保证值和改造所特定的保证条件 .....	14
7.8 保证值的比较 .....	14
7.9.1 改造部件的性能劣化(老化) .....	15
附录 H (规范性附录) 试验结果的测量不确定度——改造应用 .....	16
附录 I (资料性附录) 改造的性能改进值计算——算例(火电和核电) .....	20
附录 J (资料性附录) 不确定度计算——算例(火电和核电) .....	42

附录 K (规范性附录) 示踪技术——改造应用 .....	55
附录 L (资料性附录) 温差法 .....	58

## 前 言

GB/T 8117《汽轮机热力性能验收试验规程》分为 3 个部分：

- 第 1 部分：方法 A 大型凝汽式汽轮机高准确度试验；
- 第 2 部分：方法 B 各种类型和容量的汽轮机宽准确度试验；
- 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 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60953-3:2001《汽轮机热力性能验收试验 第 3 部分：改造汽轮机的热力性能验证试验》。

本部分做了下列编辑性修改：

- 为与现有标准系列一致，将标准名称改为《汽轮机热力性能验收试验规程 第 3 部分：方法 C 改造汽轮机的热力性能验证试验》。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国汽轮机标准化技术委员会(SAC/TC 172)归口。

本部分起草单位：上海发电设备成套设计研究院、西安热工研究院有限公司。

本部分主要起草人：刘向民、施延洲、朱幼君、赵毅、叶奋、杨寿敏、张华民、于新颖、刘晨、朱立彤、杨瑞福、姚啸林。

## 引 言

改造现役电站汽轮机常常包括改进性能的内容。第1部分和第2部分规定了新建电站的汽轮机热力性能验收试验规程,但仍无法满足改造项目特有的全部要求,因此需要制定一份补充试验规程,作为改造汽轮机热力性能验收试验的指南。

但是,第1部分和第2部分的大量条款和推荐要求仍适用于改造项目的试验,因此,为了避免内容重复和篇幅过多,在本部分中只出现改造机组所特有的补充及修订条款。

本部分应和第2部分一起阅读,并用“验证试验”代替“验收试验”,而第2部分作为引用标准来使用。本部分的结构和条款号与第2部分一致,本部分中的分条款代替第2部分中的全部相应的分条款。只要本部分有新增内容,就增加分条款号,该号按序顺延,第2部分中无须修订的分条款就不在本部分中重复。

因为第2部分更通用并更适合改造项目,所以采用第2部分作为本部分的引用标准,而非第1部分。虽然本部分适用于大型凝汽式汽轮机的改造,但也能够应用于其他类型和容量的汽轮机,作为有关各方商定专用试验大纲的基础。

第2部分优先于第1部分作为引用标准并不意味着准确度降低,而是对于改造项目和相关保证值而言,前者的规定能得到合适的试验准确度。在某些情况下,需要用到第1部分中更严格的规定以达到这些项目的目的,在本部分中将予以指明。

本部分给出的规定适用于汽轮机设备中所有硬件部件的改造。但对其他设备(例如锅炉、给水加热器等)的改造试验不包括在本部分中,尽管这些变化可能影响热力循环性能。

本部分的目的是为了验证影响电站效率的汽轮机改造性能保证值。许多不同的改造情况会遇到,例如蒸汽阀门的更换、部分汽轮机叶片、转子、整体模块的更换等。保证值将取决于改造的具体情况以及合同各方所商定的协议。根据本部分,各方可确定最合适的参数作为保证值,以评价改造后的性能。

改造项目的主要困难是保证值的选择。尽管原制造商通常愿意采用相对性能改进保证值,但对于不需要了解原设备所有细节的其他改造商而言,可能愿意采用设备改造后的绝对性能保证值。本部分给出了选用保证值的指导。一旦确定保证值,就可能需要通过改造前性能试验来重新计算保证值。本部分也提供了这些用于保证值验证的规定。

本部分附录中给出了几个详细的应用示例,但本部分很难全面覆盖改造项目的所有情况。

本部分与第2部分在主条款中的主要差异如下:

### ——范围和目的

本部分特别提出了一些新的保证值定义。这样才可能对改造设备的典型指标(如汽缸效率、阀门腔室中的压降等)作出保证。第2部分中规定的绝对保证值不适合用于确定原设备和改造后设备之间的改进效果,因此本部分引入了相对保证值。

因为有各种不同的改造情况,合同中的保证条款也各不相同,所以本部分要求对合同条款复核。在确定保证值时,即在性能验证试验前的合同成文阶段,合同条款将取决于有关各方商定的协议。

### ——单位、符号、术语和定义

第2部分的所有单位、符号、术语和定义适用于本部分。但是,本部分包含了与改造情况相关的新概念和新术语,尤其是新提出的补充或代替第2部分的保证值的定义。本部分有一个指导表,供有关各方选择与项目相适应的保证值。

制造商可以提供的保证值有:

- 绝对保证值

- 汽轮机组的热效率或热耗率；
- 规定的蒸汽流量工况下，汽轮机热力学效率或汽耗率或输出功率；
- 主蒸汽通流能力和/或最大输出功率；
- 汽轮机各缸的内效率。

- 相对保证值

- 汽轮机组热效率或热耗率的改进；
- 热力学效率或汽耗率或输出功率的改进；
- 主蒸汽通流能力和/或最大输出功率的改进；
- 汽轮机各缸内效率的改进。

- 总则

第2部分的总则大部分也适用于改造情况。本章的修订或补充主要包括：在改造前、后试验时的注意事项，以及在提出性能改进保证值时所需的参考。

要特别注意系统隔离问题以及能够对试验结果造成重大影响的测量值的允许偏差。

- 测量技术和测量仪表

在改造项目中，无法对测量技术和测量仪表制定严格的规定。选择的仪表应能满足安装和所要验证的保证值的要求。附录J给出了各个测量值的准确度对保证值的敏感系数，能够对仪表做出最合适的选择。

由于流量是最主要的测量值之一，因此本部分对加装流量测量装置的必要性方面给出了指导。推荐了允许同步测量和比较主流量的方法。对难以拆下流量计作常规校验的情况，附录K给出了采用示踪剂测量流量作为合适的替代方法。

- 试验计算

本部分给出了适用于改造项目的保证值的计算细则。对于改造应用中的不明泄漏，也给出了专门规定。

- 试验结果的修正和与保证值的比较

第2部分中规定的修正方法也适用于本部分，但没有用于新类型保证值的专门规定。对于延期的试验，给出了关于老化问题的指导。

本章还包括了性能值的有效性，这些值是用来确定性能改进保证值的参考基准。当改造前试验表明将进行改造汽轮机的实际状况与规定状况有差异时，可接受对原保证值进行修改。

汽轮机或其部件的改造可能影响到其他设备（给水加热器、凝汽器、锅炉）的运行工况。如果改造影响超出了边界条件，则可要求制造商说明改造对相邻设备的影响。

- 测量不确定度

对于改造项目中所遇到的特殊情况，本部分附录I和附录J对第2部分中相关条款进行了补充。由于情况多种多样，因此推荐在改造实施之前尽早进行不确定度计算，以便确定试验所需要的仪表。附录的算例供参考。

- 附录

本部分在第2部分已有的7个附录（附录A～附录G）之后新增加了5个附录（附录H～附录L）。

附录H论及了改造应用的不确定度，并且完善了第2部分附录F给出的资料。

附录I和附录J给出了在火电站和核电站改造应用中的性能计算和不确定度计算的示例。

附录K特别阐述了改造项目中应用示踪技术测量流量的方法。

附录L举例给出了采用“温差法”确定高、中压合缸内汽封蒸汽流量的方法和建议。

# 汽轮机热力性能验收试验规程

## 第 3 部分：方法 C 改造汽轮机的热力性能验证试验

### 1 范围

#### 1.1 范围

GB/T 8117 的本部分,也称为“改造规程”,制定了用于改造汽轮机的热力性能验证试验的补充性改造规程。

本部分所给出的规定遵循 GB/T 8117.2—2008 中的导则,但还修改和补充了改造汽轮机的保证值以及通过热力性能验收试验来验证保证值。

本部分给出了验证试验的准备、实施、计算、试验结果与保证值的比较及测量不确定度等一般原则。

本部分仅适用于汽轮机设备中某些硬件改造的性能验证试验。本部分不适用于循环系统的任何改进或其他电站设备的任何改造(例如锅炉、给水加热器等)。

#### 1.2 目的

本部分的目的是确定合适的保证值参数、验证保证值和确定测量不确定度。

带有附加条款的保证值应表达完整并且无矛盾(见 GB/T 8117.2—2008 中 3.4 和本部分的 3.4.8、3.5)。验证试验也可包括为保证条件修正和检查结果所需的测量。

#### 1.3 合同中需考虑的事项

本部分中的某些事项应在早期予以考虑。在签合同前,各方应确定差异并达成协议。这些事项包括在表 1 中。

表 1 合同中需考虑的事项

章条号	段落	备注
引言	第 5 段和第 7 段	规定程序和保证值
1	第 2 段	保证值定义
3.5	所有段落	
3.5.1.1	第 2 段	
4.1	第 1 段和第 4 段	
4.2	第 4 段	
7.1.1	最后一段	
7.8	—	保证值比较
7.9.1	—	改造部件的性能劣化