

前 言

本标准是根据国际电工委员会标准 IEC 893-2《电气用热固性树脂工业硬质层压板规范 试验方法》(1992年版)对 GB 5130—85 进行修订的。在技术内容上(除相对介电常数和介质损耗因数允许用金属箔电极外)与其等效,编写格式上(除个别进行调整补充外)与之等效。

本标准与 GB 5130—85 存在如下差异:

a) 机械性能

- ① 增加表观弯曲模量试验;
- ② 增加可压缩性试验;
- ③ 增加剪切强度试验;
- ④ 在压缩强度试验中增加细长比的规定(取 10)。

b) 电气性能

- ① 增加耐漏电起痕和耐电蚀损试验;
- ② 增加电解腐蚀试验;
- ③ 在相对介电常数和介质损耗因数试验中增加导电银漆电极的规定。

c) 热性能

- ① 增加长期耐热性试验;
- ② 增加负荷变形温度试验。

本标准 1977 年 12 月首次发布,1985 年 4 月第一次修订,1997 年 6 月第二次修订。

本标准自实施之日起,同时代替 GB 5130—85。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国绝缘材料标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:机械工业部桂林电器科学研究所。

本标准主要承办人:李学敏、张期平。

IEC 前言

1) IEC 关于技术问题的正式决定或达成的协议,尽可能代表所涉及问题的国际性的多数意见。其技术内容由 IEC 技术委员会准备。技术委员会由对此有兴趣的各国家委员会代表构成。

2) 为便于国际上使用,这些正式决定或达成的协议形成了推荐性文本,在此意义上为各国家委员会所接受。

3) 为了促进国际统一,IEC 希望各国委员会在本国条件允许的情况下,采用 IEC 推荐的文本作为他们的国家标准,IEC 推荐标准和相应的国家标准之间的任何差别应在国家标准中尽可能清楚地说明。

4) IEC 没有制定任何有关认可标志的程序,如果一台设备声称符合 IEC 推荐标准,IEC 对此不负责任和义务。

这部分国际标准 IEC 893 由 IEC 第 15 技术委员会(绝缘材料)的 15C 分委会(技术规范)制订。

这部分内容基于下列文件:

草 案	表 决
15C(CO)251	15C(CO)297

在上表所指出的表决报告中可以找到该标准在投票时的全部信息。

中华人民共和国国家标准

电气用热固性树脂工业硬质 层压板试验方法

Test methods for industrial rigid laminated
sheets based on thermosetting resins for
electrical purpose

GB/T 5130—1997
eqv IEC 893-2:1992

代替 GB 5130—85

1 范围

本标准规定了电气用热固性树脂工业硬质层压板的试验方法。
本标准适用于电气用热固性树脂工业硬质层压板。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应及时探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 1033—86 塑料密度和相对密度试验方法
- GB 1034—86 塑料吸水性试验方法
- GB/T 1040—92 塑料拉伸性能试验方法
- GB/T 1041—92 塑料压缩性能试验方法
- GB/T 1043—93 硬质塑料简支梁冲击试验方法
- GB 1408—89 固体绝缘材料工频电气强度的试验方法
- GB 1409—89 固体绝缘材料在工频、音频、高频(包括米波长在内)下相对介电常数和介质损耗因数的试验方法
- GB/T 1843—1996 塑料悬臂梁冲击试验方法
- GB 2536—90 变压器油
- GB 4207—84 固体绝缘材料在潮湿条件下相比漏电起痕指数和耐漏电起痕指数的测定方法
- GB 6553—86 评定在严酷环境条件下使用的电气绝缘材料耐漏电起痕性和耐电蚀损的试验方法
- GB 9341—88 塑料弯曲性能试验方法
- GB 10064—88 固体绝缘材料绝缘电阻的试验方法
- GB 10580—89 固体绝缘材料在试验前和试验时采用的标准条件
- GB 10582—89 测定因绝缘材料而引起的电解腐蚀的试验方法
- GB 11020—89 测定固体电气绝缘材料暴露在引燃源后燃烧性能的试验方法
- GB 11026.1—89 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第1部分:制定老化试验方法和评价试验结果的总规程

3 试样预处理及试验环境条件

除非另有规定,试样应按 GB 10580 规定的标准大气 B(温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度 45%~55%)至少处理 24h。

国家技术监督局 1997-06-03 批准

1998-05-01 实施

除非另有规定,试样应在上述标准大气条件下试验或者从上述条件中取出 3min 内开始试验。

高温试验,试样应在产品标准规定温度下处理 1h 后立即进行试验。

4 尺寸

4.1 厚度

4.1.1 试验仪器

外径螺旋测微计。其测量面直径为 6mm~8mm,测量面的不平度不大于 0.01mm,且两测量面的平行度应小于 0.003mm。测微计的分度值为 0.01mm,施加在试样上的压力为 0.1MPa~0.2MPa。

4.1.2 试验

在收货状态下,沿板材每条边,距边缘不小于 20mm 处测量两点厚度,共测八点,精确至 0.01mm。

4.1.3 结果

以八个测量值的中值作为试验结果并报告最大值和最小值。

4.2 平直度

把标称厚度 1.6mm 及以上板材,凹面朝上,自然地置于平台上,并将 1000mm 或 500mm 的轻质直尺(质量小于 500g)置于板材上,测量板材上表面偏离直尺的最大间距,结果以 mm 表示。

5 机械性能试验

5.1 弯曲强度

试验按 GB 9341 进行。其中施加负荷方向应垂直层向,施加的应变速率按产品标准规定,若产品标准无规定,则按 GB 9341 进行。

按图 1 所示的 A 向和 B 向分别加工五个试样。若板材厚度大于 10mm(对于 PFWV¹⁾型为 20mm)时,应从单面加工至 10mm(对于 PFWV¹⁾型为 20mm),试验时试样的加工面应朝向压头。

报告每个方向试验结果的中值,并取中值较低的试验结果作为弯曲强度。对于纤维大抵沿同一方向排列的板材,则取中值较高的试验结果作为弯曲强度。取三位有效数字。

5.2 表观弯曲弹性模量

试验按 GB 9341 进行。施加负荷方向,取样方法及试验结果的表示方法按 5.1。

5.3 压缩强度

试验按 GB/T 1041 进行。其中施加负荷方向应垂直层向,试验速度为 10mm/min。

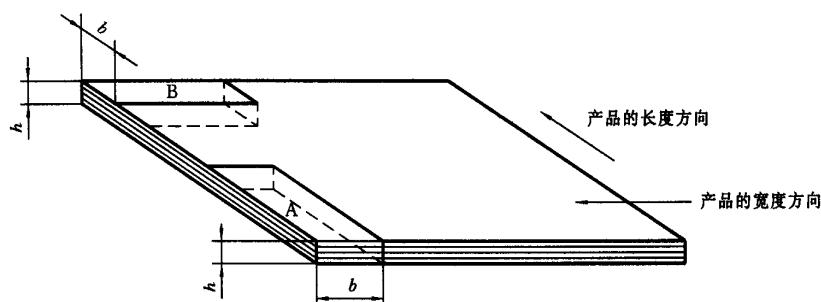
试样为正方柱体或矩形柱体,尺寸按 GB/T 1041—92 第 6 章表 1 的规定。

以五个试验结果的中值作为压缩强度,取三位有效数字。

5.4 可压缩性

采用说明:

1) PFWV 为 IEC 命名的酚醛薄木层压板。



b —试样宽度; h —试样厚度;A、B—取样方向

图1 试样取样方法

5.4.1 试验设备及仪器¹⁾

试验机:指示精度为指示值的 $\pm 1\%$;

加荷压板:表面粗糙度为Ra0.8的硬化钢板,并装有自动对中装置;

度盘式测微计或其他变形测量装置:指示精度为指示值的 $\pm 1\%$,分度值0.01mm;

温度计:分度值为 1°C 。

5.4.2 试样

从板材上加工边长为 $25\text{mm}\pm 0.25\text{mm}$ 正方形试样两个¹⁾。若板厚小于17mm时,在不改变其原始表面的情况下,采取叠加方法使试样总高度尽可能接近25mm。试样的边缘应平滑,无毛刺。

5.4.3 试验

5.4.3.1 在产品标准规定的温度下进行试验。

5.4.3.2 将试样置于两平行压板之间,使其中心线与加荷轴线一致,加荷方向应垂直于层向。试验过程中应在整个试验表面上均匀地施加负荷。

5.4.3.3 平稳地施加初始负荷至1kN,保持1min后,测量试样的高度 h_1 。然后施加负荷,其速度应能大致在2min使负荷达到产品标准规定的值(含初始负荷1kN),并在该负荷下保持1min后,再次测量试样的高度 h_2 。去除负荷后检查试样是否有破坏迹象(明显裂纹或断裂)。

5.4.4 结果²⁾

可压缩性按式(1)计算:

$$K = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中: K ——可压缩性,%;

h_1 ——初始负荷(1kN)下试样的高度,mm;

h_2 ——产品标准规定负荷下试样的高度,mm。

以两个试样试验结果的算术平均值作为可压缩性,取两位有效数字。并报告试样的破坏迹象。

5.5 冲击强度

按产品标准要求可任选下述一种方法(Charpy法和Izod法)进行冲击试验。

5.5.1 简支梁冲击强度(Charpy法)

试验按GB/T 1043进行。

试样为C型缺口的3型试样,试验方向平行层向。

采用说明:

1) IEC 893-2 无此项规定。

2) IEC 893-2 无计算公式。

从4mm~10mm厚的板材上,按图1所示的A向和B向分别加工五个试样,尺寸见图2¹⁾。若板材厚度大于10mm时,则应从板材的两面等量加工至10mm,厚度小于4mm的板材不予试验。

报告每个方向试验结果的中值,并取中值较低的试验结果作为简支梁法冲击强度。对于纤维大抵沿同一方向排列的板材,则取中值较高的试验结果作为简支梁冲击强度。取两位有效数字。

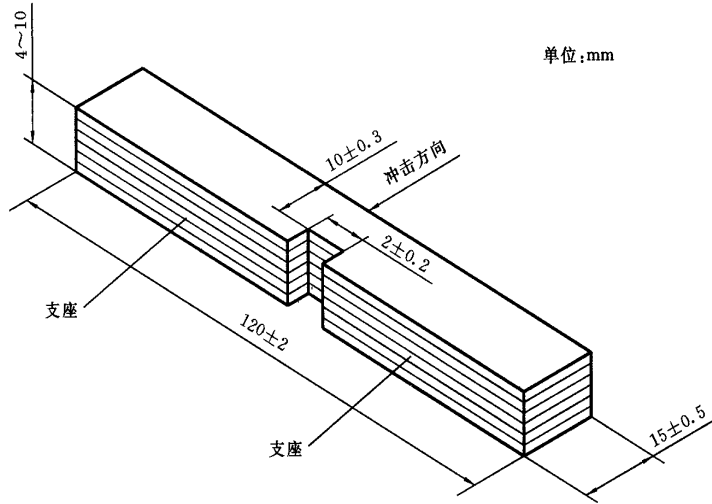


图2 简支梁冲击试验的试样尺寸及试验方向

5.5.2 悬臂梁冲击强度(Izod法)

试验按GB/T 1843进行。

试样为A型缺口的2型试样,试验方向平行层向。

从4mm~10mm厚的板材上,按图1所示的A向和B向分别加工五个试样,尺寸见图3¹⁾。若板材厚度大于10mm时,则应从板材的两面等量加工至10mm,厚度小于4mm的板材不予试验。

单位:mm

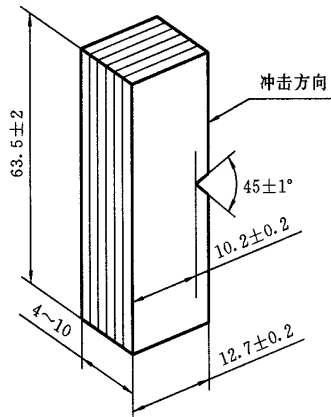


图3 悬臂梁冲击试验的试样尺寸及试验方向

报告每个方向试验结果的中值,并取中值较低的试验结果作为悬臂梁冲击强度。对于纤维大抵沿同一方向排的板材,则取中值较高的试验结果作为悬臂梁冲击强度。取两位有效数字。

采用说明:

1) IEC 893-2 无此图。

5.6 剪切强度

平行层向剪切强度试验是考核材料层间粘结性能的重要试验。该项试验仅适合于厚度不小于5mm的板材。

5.6.1 试验设备及仪器

试验机:同5.4.1;

剪切试验装置:见图4。

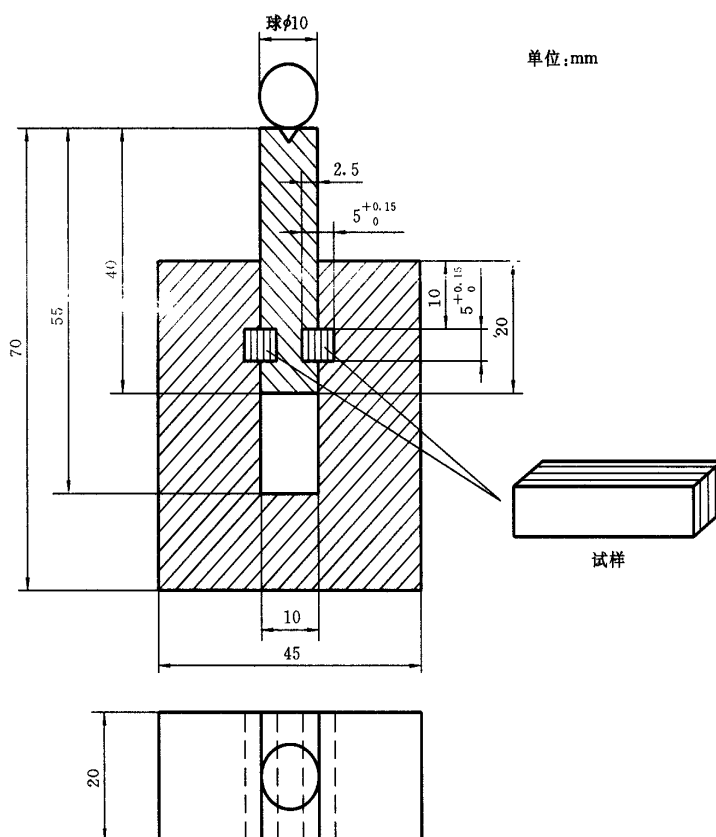


图4 平行层向剪切强度试验装置

5.6.2 试样

从大于或等于5mm厚的板材上,按图1所示的A向和B向分别加工10个试样,试样长为20mm±0.1mm,宽和厚为5m_{-0.15}⁰mm。

注:对于同时进行试验的两个试样,在剪切方向上尺寸允许有0.01mm偏差。

5.6.3 试验

5.6.3.1 在试验装置上同时安装两个试样,使试样的剪切面平行于层向。

5.6.3.2 按产品标准规定的速度施加负荷¹⁾,直至试样破坏,读取并记录破坏负荷。

5.6.4 结果²⁾

剪切强度按式(2)计算:

$$\tau = \frac{P}{2S} \dots \dots \dots (2)$$

采用说明:

1) IEC 893-2 无此项规定。

2) IEC 893-2 无计算公式。

式中： τ ——平行层向剪切强度，MPa；

P ——破坏负荷，N；

S ——试样的剪切截面积(取100)， mm^2 。

报告每个方向试验结果的中值，并取中值较低的试验结果作为剪切强度，取两位有效数字。

5.7 拉伸强度

试验按 GB/T 1040 进行。其中试验速度为 5mm/min，并以最大负荷下拉伸应力作为拉伸强度。

除非另有规定，从 1.5mm~10mm 厚的板材上，按图 1 所示的 A 向和 B 向分别加工五个试样，试样为 GB/T 1040—92 中的 I 型试样。若板材厚度大于 10mm 时，则应从板材的双面等量加工至 10mm。

报告每个方向试验结果的中值，并取中值较低的试验结果作为拉伸强度。对于纤维大抵沿同一方向排列的板材，则取中值较高的试验结果作为拉伸强度。取三位有效数字。

6 电气性能试验

6.1 电气强度和击穿电压

试验按 GB 1408 进行，并作如下补充规定：

6.1.1 试样

从板材上各加工三个试样，分别用于垂直层向和平行层向试验。其中用于垂直层向试验的板材厚度应不大于 3mm，尺寸为 150mm×150mm；用于平行层向试验的板材厚度应大于 3mm，尺寸为 (100 ± 2) mm× (25 ± 0.2) mm。

6.1.2 试验媒质

除非另有规定，试验应在 $90^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的变压器油(应符合 GB 2536)中进行。

为保证试样能够达到试验温度，试验前应使试样浸泡于规定温度的变压器油中 1h。然后立即进行试验。

6.1.3 升压方式

除非另有规定，试验采用 20s 逐级升压。

6.1.4 垂直层向试验

电极系统按 GB 1408—89 中 6.1.1 和 6.1.2 的规定。上电极直径 25mm，下电极直径 75mm。

6.1.5 平行层向试验

电极系统按 GB 1408—89 中 6.2.1 的规定。平板电极的直径不小于 130mm 且电极的边缘应倒圆(半径为 3mm~5mm)¹⁾。

对于纤维大抵按同一方向排列的板材，试验方向应平行于纤维方向。

6.1.6 结果

按 GB 1408—89 第 9 章进行。其中垂直层向试验以电气强度(MV/m)表示；平行层向试验以击穿电压(kV)表示。分别取三个试样试验结果的中值作为垂直层向电气强度或平行层向击穿电压的试验结果并报告最小值，取三位有效数字。

6.2 相对介电常数和介质损耗因数

试验按 GB 1409 进行，并作如下补充规定：

6.2.1 试样

从厚度小于 10mm 板材上各加工两个试样，分别用于工频试验和高频试验。其中用于工频(48Hz~62Hz)试验的试样尺寸为 100mm×100mm，用于高频(1MHz)试验的试样尺寸为 55mm×55mm。

6.2.2 电极

采用说明：

1) 是按 IEC 243-1(1988 年版)要求规定的。

工频试验采用三电极系统,电极配置见图5。

高频试验采用两电极系统,电极直径为 $50\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 。

电极材料应优先采用导电银漆,也可采用金属箔¹⁾。

6.2.3 试样预处理

除非另有规定,试样应在温度 $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度小于20%(GB 10580的干热标准大气条件)的空气中处理96h,处理完毕,取出并放入干燥器中冷却至室温。

6.2.4 试验

从干燥器中取出试样,在10min内安装好电极并开始试验。

除非另有规定,通常施加工频试验场强为 $1\text{MV}/\text{m}$ 。

6.2.5 结果

分别取两试样试验结果的算术平均值作为相对介电常数或介质损耗因数,取两位有效数字。

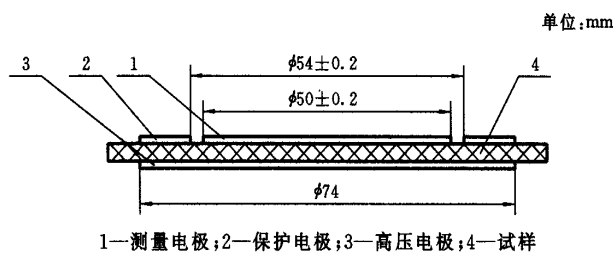


图5 三电极系统

6.3 浸水后绝缘电阻

按GB 10064进行,电极锥销电极,并作如下补充规定:

6.3.1 试样

从厚度小于25mm的板材上,按图1所示的A向和B向分别加工两个试样,尺寸为 $75\text{mm}\times 50\text{mm}$ 。

6.3.2 条件处理

将试样放入温度为 $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中处理 $24\text{h}\pm 1\text{h}$,然后取出冷却至室温后再放入 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 蒸馏水或去离子水中浸渍 $24\text{h}\pm 1\text{h}$ 。

6.3.3 试验

浸水完毕后,取出试样并用干净的绸布或滤纸擦干试样,安装电极进行试验。试验应在温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于75%的环境条件下进行。且应在从水中取出试样后1.5min~2min内完成每次测量。通常试验电压为直流500V,电化时间1min。

6.3.4 结果

报告每一方向试验结果的算术平均值,并取较低的试验结果作为浸水后绝缘电阻,取两位有效数字。

6.4 相比漏电起痕指数和耐漏电起痕指数

试验按GB 4207进行,采用试验溶液A。

6.5 耐漏电起痕性和耐电蚀损

试验按GB 6553进行,具体方法由产品标准规定。

6.6 电解腐蚀

试验按GB 10582进行,具体方法由产品标准规定。

采用说明:

1) IEC 893-2仅要求导电银漆电极,但考虑到国内的实际情况,允许使用金属箔电极。

7 热性能试验

7.1 长期耐热性

按 GB 11026.1 要求进行长期耐热性试验。

长期耐热性试验的测试性能为垂直层向弯曲强度,并以性能下降 50% 作为试验终点。

弯曲强度试验按 5.1 的规定进行。试样尺寸为 80mm×10mm×4mm,试验应在温度为 23℃±5℃ 的环境中进行。

长期耐热性以 20kh 下的温度指数表示。

7.2 燃烧性

试验按 GB 11020 进行,具体方法由产品标准规定。

7.3 负荷变形温度

7.3.1 试验设备及仪器

加荷装置:基本结构见图 6,其框架垂直部分和加荷杆应具有相同的膨胀系数。支座和压头的半径为 3mm±0.2mm,且宽度大于试样的宽度。

加热油浴:油浴内装有液体传热媒质(例如硅油),能以 120℃/h±5℃/h 的速度匀速升温,并能在任意 5min 内升温 10℃±1℃。油浴内温度分布变化应小于油浴温度与环境温度差值的 2%。

温度计或其他测温装置:分度值为 0.5℃。

度盘式测微计或其他变形测量装置:指示精度为指示值的±1%,分度值为 0.01mm。

砝码:一组,能组成所需的弯曲应力。

7.3.2 试样

从 3mm~7mm 厚的板材上,按产品标准规定方向¹⁾,加工宽度为 10mm~13mm 试样三个。其长度至少应大于支座距离 10mm。

若板材厚度大于 7mm,则应从单面平滑地加工至所需的厚度。

7.3.3 试验

7.3.3.1 测量试样尺寸,精确至 0.05mm。

7.3.3.2 施加负荷按式(3)计算²⁾:

$$P = \frac{2\sigma b h^2}{3L} - F - T \dots\dots\dots (3)$$

式中: P ——施加负荷, N;

σ ——弯曲应力, MPa;

b ——试样宽度, mm;

h ——试样厚度, mm;

L ——支座距离, mm;

F ——负荷杆和砝码盘的总重力, N;

T ——度盘式测微计的弹簧推力, N。

其中所施加的弯曲应力取产品标准规定的室温下弯曲强度指标值的 1/10。若无产品标准规定时,则取其室温下弯曲强度实测值的 1/10。支座距离为试样厚度的 (30±2) 倍。

7.3.3.3 终点变形量按式(4)计算:

$$Y = \frac{1.5 \times 10^{-4} \times L^2}{h} \dots\dots\dots (4)$$

采用说明:

1) IEC 893-2 无此项内容。

2) 式中的“ F ”在 IEC 893-2 中为负荷杆和砝码总质量乘以重力加速度。

式中： Y ——终点变形量，mm；

h, L ——同式(3)。

7.3.3.4 调节支座距离，精确至 0.5mm。安装试样，应使加荷方向垂直于层向，并使试样的长轴与压头和支座的轴向相垂直。

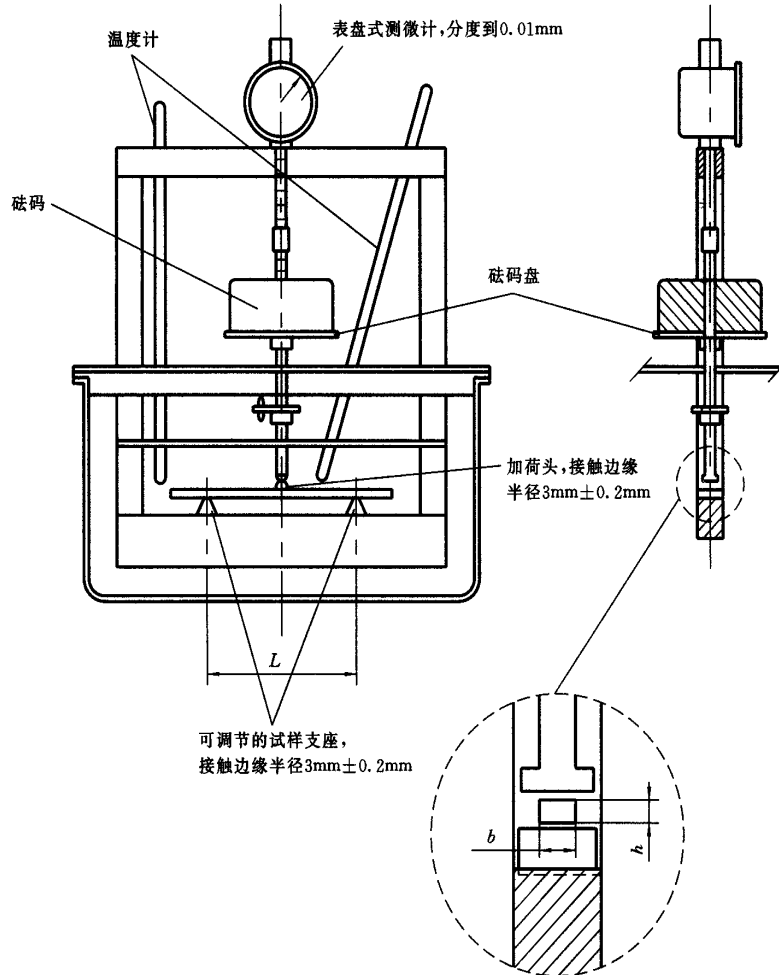


图 6 负荷变形温度的试验装置示意图

7.3.3.5 安装温度计。一支用于测量试验区域温度，其底部与试样之间距离应小于 10mm，但不接触试样。另一支温度计用于监测加热油浴温度。

7.3.3.6 在油浴温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 23^{\circ}\text{C}$ 时，施加所计算的负荷，稳定 5min 后再调整变形测量装置的零点，并以 $120^{\circ}\text{C}/\text{h} \pm 5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 速度升温，记录达到终点变形量时刻的温度。

7.3.4 结果

以三个试样试验结果的中值作为负荷变形温度，取三位有效数字。

8 物理和化学性能

8.1 密度

试验按 GB 1033 的 A 法进行。试样数量三个。以三个试样试验结果的中值作为密度，取两位有效数字。

8.2 吸水性

8.2.1 试验按 GB 1034 的方法 1 进行。蒸馏水温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

8.2.2 试样

若板材厚度小于或等于 25mm 时,试样厚度为原板厚。若板材厚度大于 25mm 时,则应从单面平滑地加工至 25mm。试样数量三个。

8.2.3 结果

以三个试样试验结果的中值作为吸水性,结果取整数位,以 mg 表示。
