

中华人民共和国国家标准

GB/T 29417—2012

水泥砂浆和混凝土干燥收缩 开裂性能试验方法

Standard test methods for drying shrinkage stress and cracking possibility of
cement mortar and concrete

2012-12-31 发布

2013-08-01 实施

中华人民共和国质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本标准负责起草单位：中国建筑材料科学研究总院、十四冶建设集团云南第三建筑工程有限公司。

本标准参加起草单位：山东省建筑科学研究院、重庆大学、天津豹鸣股份有限公司、重庆三圣特种建材股份有限公司、国昌控股集团有限公司、长业建设集团有限公司、江苏博特新材料有限公司、深圳市陆基建材技术有限公司、武汉三源特种建材有限责任公司、厦门艾思欧标准砂有限公司。

本标准主要起草人：赵顺增、刘立、谢金锁、王勇威、杨长辉、刘福全、江丽珍、李光明、谭凤国、沈建海、田倩、董同刚、吴翠娥、贾福杰、李长成、武旭南。

水泥砂浆和混凝土干燥收缩 开裂性能试验方法

1 范围

本标准规定了水泥砂浆、混凝土干燥收缩应力及其开裂性的试验方法。

本标准适用于实验室内测定计算因干燥收缩应力导致水泥砂浆和混凝土开裂性能的参考指数。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)

GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准

GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

3 方法原理

方法是采用比长仪测量浇筑于限制膨胀和收缩装置中的水泥砂浆或混凝土试体的长度变化量。

根据作用力和反作用力相等的原理,将测量的长度变化量换算为水泥砂浆或混凝土的干燥收缩应力,用规定龄期内的干燥收缩应力与其劈裂抗拉强度比值的百分数表示开裂指数。

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

4.1

干燥收缩应力 **drying shrinkage stress**

约束条件下水泥砂浆或混凝土因干燥产生的收缩拉应力。

4.2

膨胀应力 **expansion stress**

约束条件下水泥砂浆或混凝土因体积膨胀产生的压应力。

4.3

开裂指数 **(drying shrinkage) cracking index**

表征水泥砂浆或混凝土在干燥收缩条件下的开裂可能性,以相同试验龄期的干燥收缩应力与劈裂抗拉强度比值的百分数表示。

5 仪器设备

5.1 试模

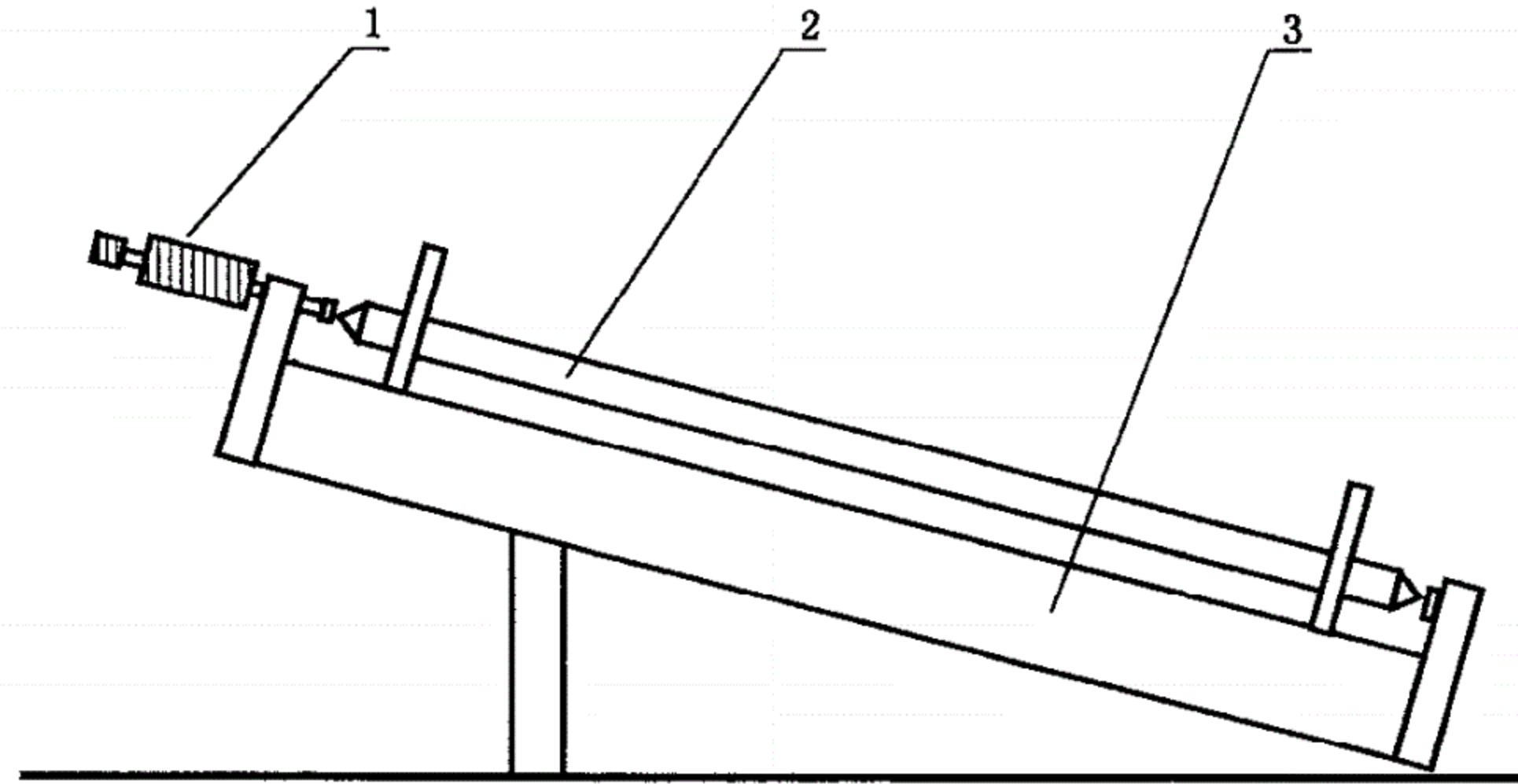
水泥砂浆干燥收缩应力试体和劈裂抗拉强度试体均采用棱柱体三联试模,试模的截面尺寸为

40 mm×40 mm,长度为160 mm。

混凝土干燥收缩应力试体采用棱柱体试模,试模的截面尺寸为100 mm×100 mm,长度不小于550 mm;混凝土劈裂抗拉强度试体采用立方体试模,其边长均为100 mm。

5.2 比长仪

比长仪由位移传感器、支架及标准杆组成,见图1。位移传感器的分辨率应不大于0.001 mm。



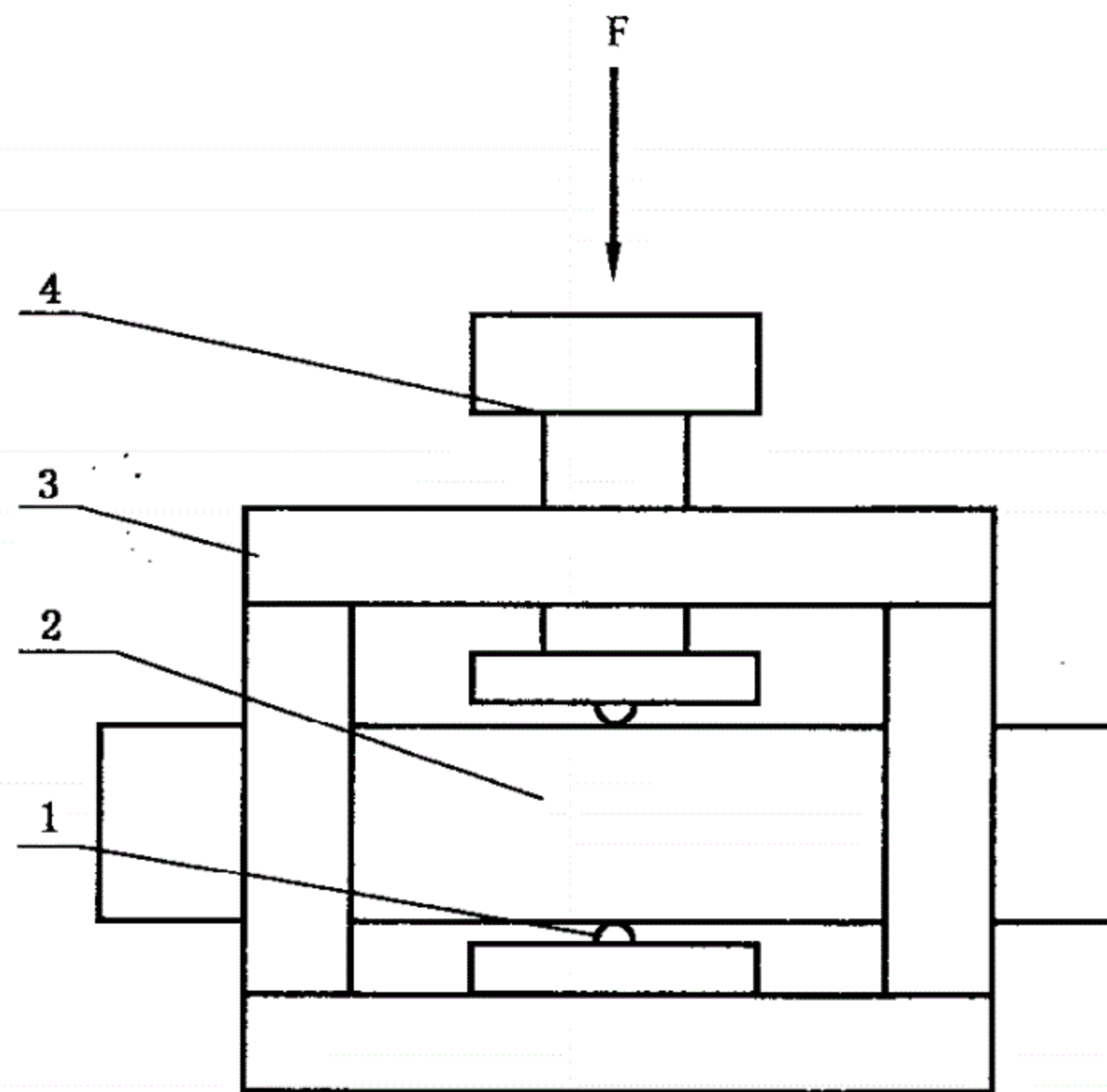
说明:

- 1——位移传感器;
- 2——标准杆;
- 3——支架。

图1 比长仪

5.3 水泥砂浆劈裂抗拉强度试验夹具

水泥砂浆劈裂抗拉强度试验夹具由垫条、支架和压头组成,见图2。其中垫条应采用半径为3 mm、长度不小于40 mm的钢材制成。



说明:

- 1——垫条;
- 2——试体;
- 3——支架;
- 4——压头。

图2 水泥砂浆劈裂抗拉强度试验夹具示意图

5.4 水泥砂浆劈裂抗拉强度试验机

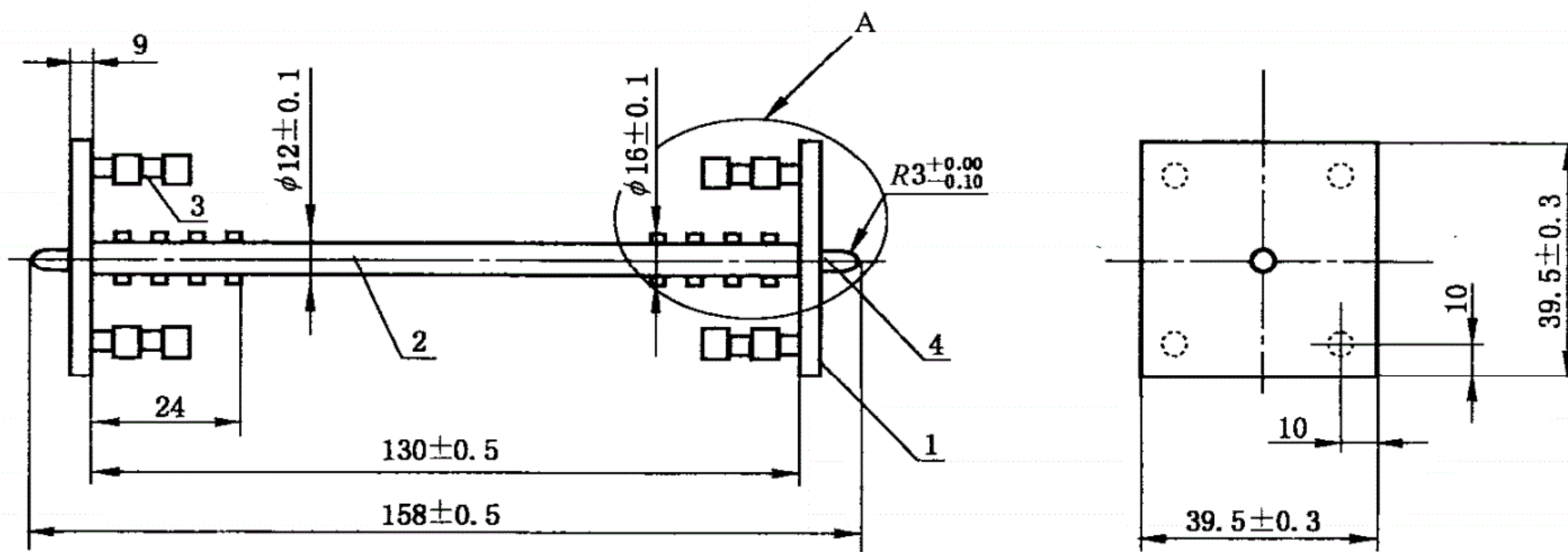
用于水泥砂浆劈裂抗拉强度试验的试验机最大荷载不宜超过 20 kN。

5.5 限制膨胀和收缩装置

限制膨胀和收缩装置由钢筋、钢板、锚固头和测头焊接制成，钢筋、钢板和锚固头采用牌号为 45 的优质碳素结构钢，测头应为不锈钢或黄铜。

水泥砂浆限制膨胀和收缩装置见图 3，混凝土限制膨胀和收缩装置见图 4。

单位为毫米



说明：

- 1——钢板；
- 2——钢筋；
- 3——锚固头；
- 4——测头。

A 部分详细结构

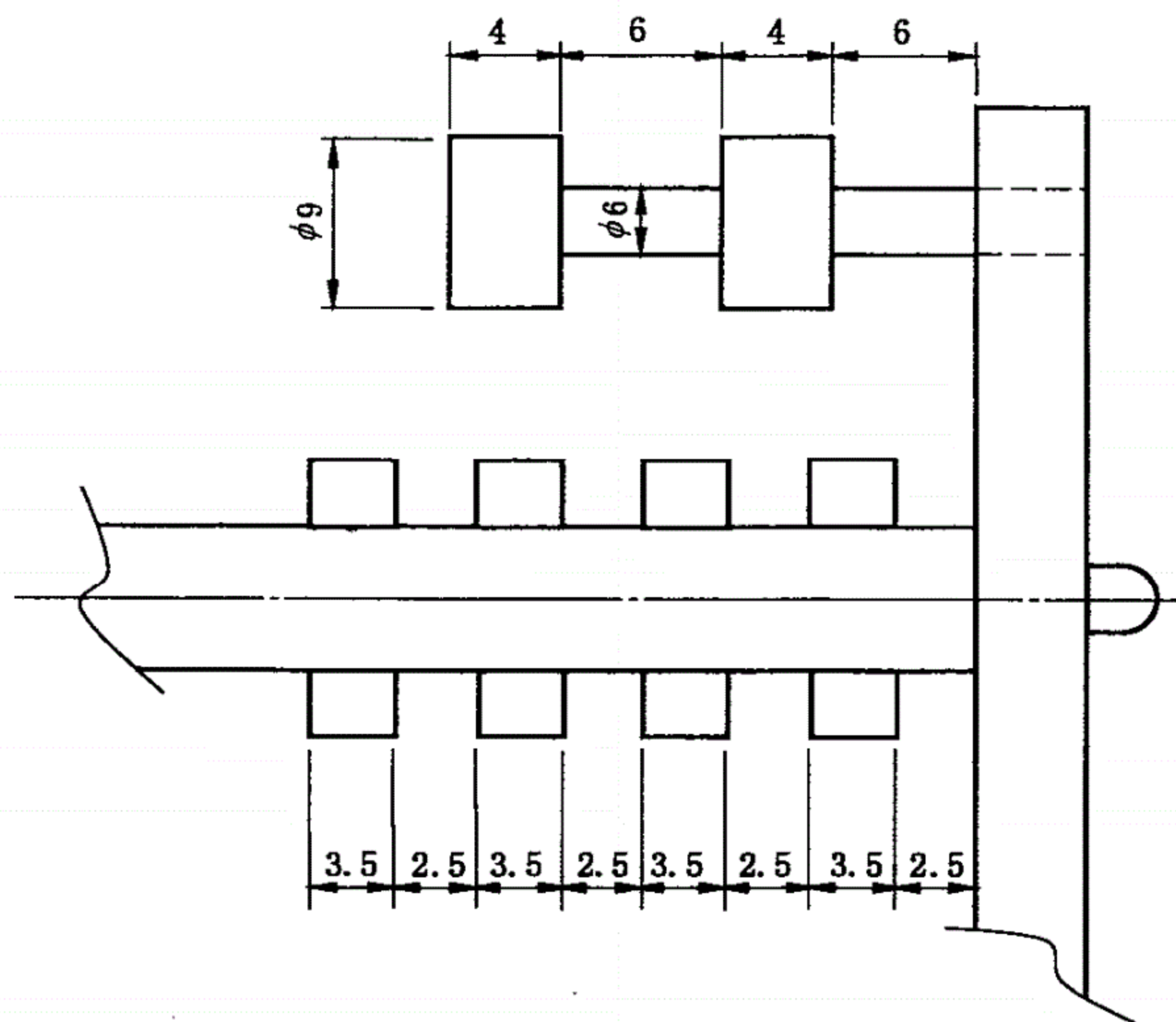
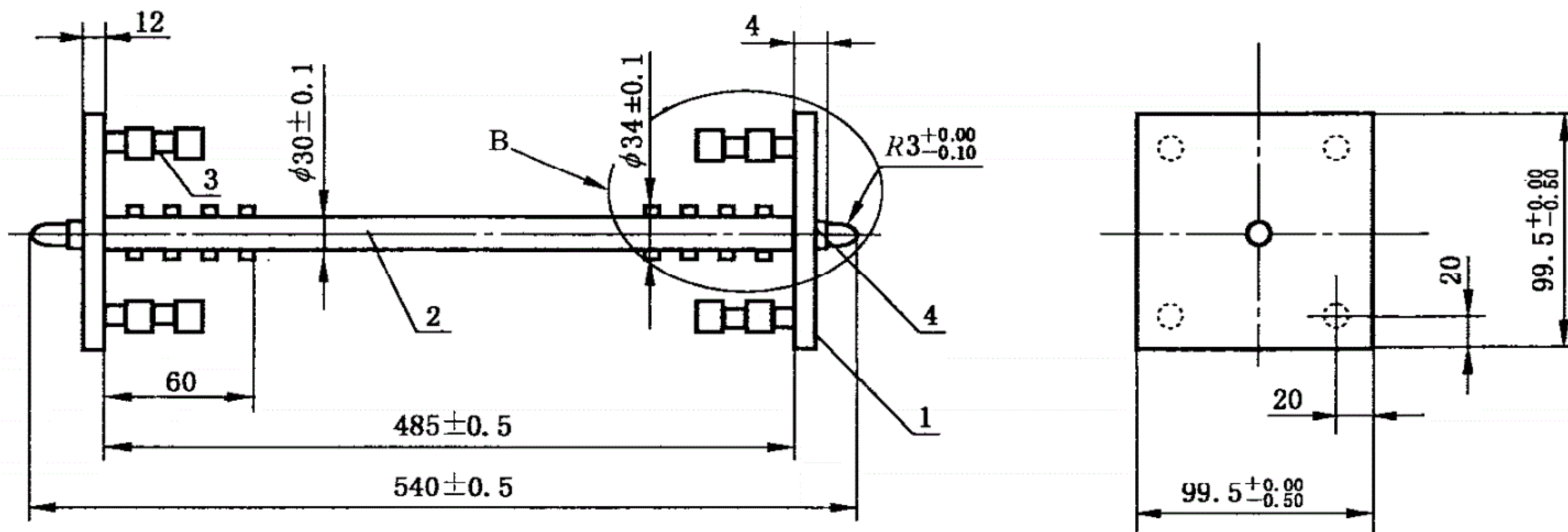


图 3 水泥砂浆限制膨胀和收缩装置



说明:

- 1——钢板;
- 2——钢筋;
- 3——锚固头;
- 4——测头。

B部分详细结构

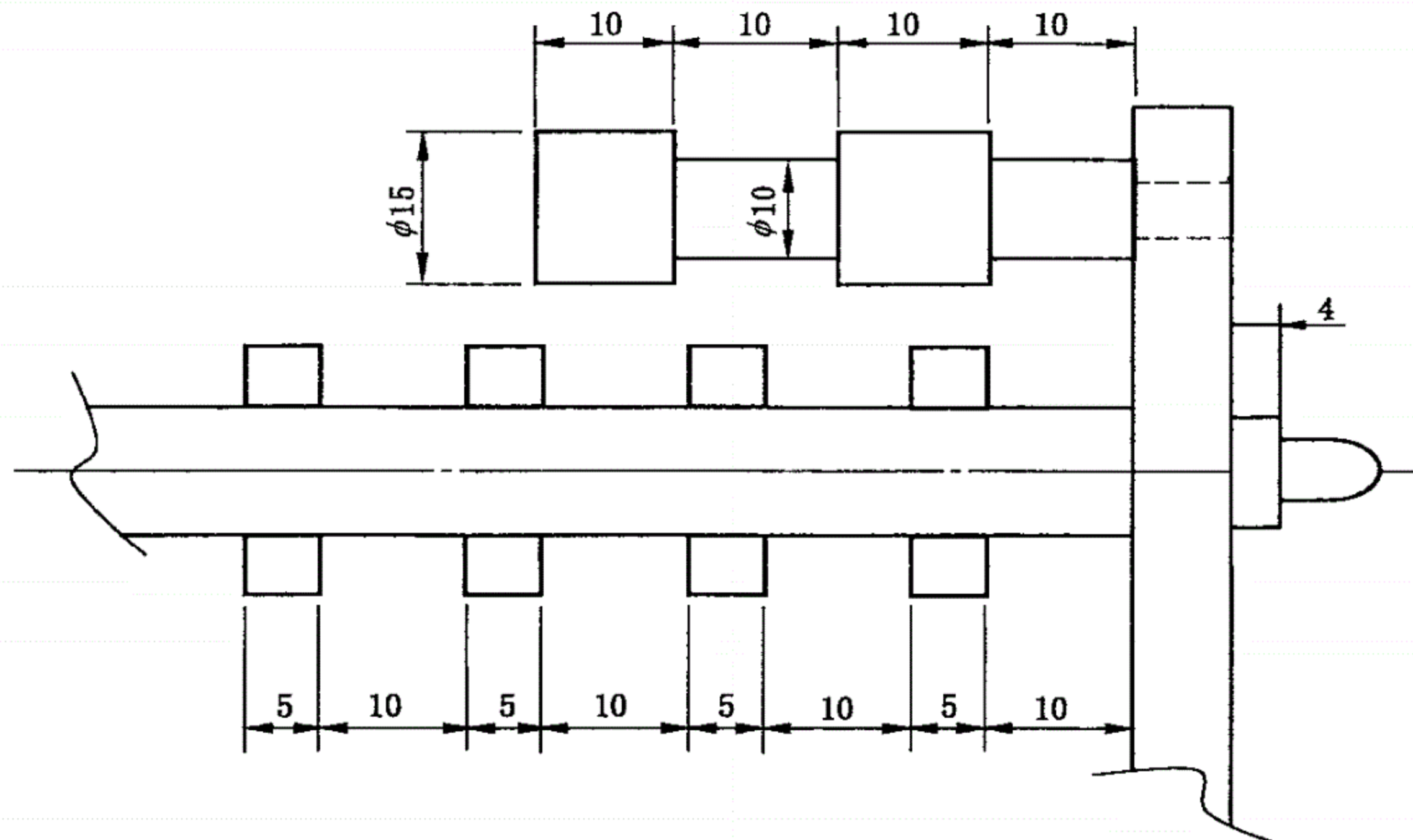


图 4 混凝土限制膨胀和收缩装置

6 试验环境条件

- 6.1 试体成型室温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度应大于 50%。
- 6.2 试体水中养护时采用纯水,水温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.3 试体干燥收缩养护室(箱)温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $60\% \pm 5\%$ 。
- 6.4 试样、拌合水、仪器和用具的温度应与试验室一致。

7 试体成型与养护

7.1 试体成型

水泥砂浆干燥收缩应力试体和劈裂抗拉强度试体应按照 GB/T 17671 规定的方法成型、脱模。—

组为 3 个试体。

混凝土干燥收缩应力试体和劈裂抗拉强度试体应分别按照 GB/T 50082 和 GB/T 50081 规定的方法成型、脱模。一组为 3 个试体。

7.2 试体养护

脱模后的试体先在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中养护 7 d, 再转入温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $60\%\pm 5\%$ 的养护室(箱)中养护至规定龄期。

8 收缩应力试验

8.1 试验步骤

8.1.1 试验前 3 h, 将比长仪、标准杆和限制膨胀和收缩装置放入干燥收缩试验室内, 用标准杆校正测量仪并调整千分表零点, 标准杆设有编号的一面朝上, 其方向及位置固定不变; 将测量仪测头擦净。

8.1.2 测量限制膨胀和收缩装置的初始长度。方法是将限制膨胀和收缩装置设有编号的一面朝上测量初始长度, 其方向及位置以后固定不变; 限制膨胀和收缩装置两端的球形测头与测量仪的两个平面测头正确接触, 记录初始长度读数 L 。

8.1.3 将完成初始长度测量的限制膨胀和收缩装置置于试模内, 按第 7 章的规定进行试体成型和养护。

8.1.4 按规定的试验龄期进行测量, 记录测量值 L_t 。每次的测量均按 8.1.2 规定进行。

8.1.5 对不同龄期的试体在规定时间 $\pm 1\text{ h}$ 内测量, 所述龄期从试体加水搅拌开始时计算。

8.2 试验结果计算

长度变化率按式(1)计算:

$$\epsilon_t = \frac{L_t - L}{L_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- ϵ_t —— t 龄期时的长度变化率, %;
- L_t —— t 龄期时的试体长度测量值, 单位为毫米(mm);
- L —— 初始长度测量值, 单位为毫米(mm);
- L_0 —— 试体的基准长度, 单位为毫米(mm)。

水泥砂浆试体取 130 mm, 混凝土试体取 485 mm。

取相近的 2 个试体测定值的平均值作为长度变化率的测量结果, 计算值精确至 0.001%。

水泥砂浆或混凝土中的收缩应力或膨胀应力按式(2)计算:

$$\sigma_t = \mu \times E \times \epsilon_t = 15\ 592\epsilon_t \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- σ_t —— 干燥收缩应力或膨胀应力, 负值为收缩应力, 正值为膨胀, 单位为兆帕(MPa);
- μ —— 配筋率, %;
- E —— 钢筋的弹性模量, 取 $2.05 \times 10^5\text{ MPa}$;
- ϵ_t —— t 龄期时的长度变化率, %。

干燥收缩应力或膨胀应力计算精确至 0.01 MPa。

9 劈裂抗拉强度试验

9.1 水泥砂浆的劈裂抗拉强度

劈裂抗拉强度试验的劈裂面应与成型面垂直,试验机的加荷速度为(50±5)N/s。

劈裂抗拉强度应按式(3)计算:

$$f_{ts} = \frac{2F}{\pi A} = 0.637 \frac{F}{A} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

f_{ts} ——劈裂抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

F ——试体破坏荷载,单位为牛顿(N);

A ——试体劈裂面积,单位为平方毫米(mm²),取 1 600 mm²。

劈裂抗拉强度计算精确至 0.01 MPa。

9.2 混凝土的劈裂抗拉强度按照 GB/T 50081 规定的方法进行试验。

10 开裂指数

开裂指数按式(4)计算:

$$C = - \frac{\sigma_t}{f_{ts}} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

式中:

C ——开裂指数,%。0≤C≤100%;

σ_t ——干燥收缩应力或膨胀应力,单位为兆帕(MPa);

f_{ts} ——劈裂抗拉强度,单位为兆帕(MPa)。

开裂指数计算精确至 1%。