

A 430
40

已有建筑物 检验鉴定、加固改造的 标准与规范

(一)

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10

丁

冶金工业部建筑研究总院技术情报研究室

核校

已有建筑物检验、鉴定、加固、 改造的标准与规范 (一)

**冶金工业部建筑研究总院
技术情报研究室**

1983年2月

内 容 简 介

《已有建筑物检验、鉴定、加固、改造的标准与规范(一)》是一本日、英、东德、苏等国有关标准与规范的译文集。全书分三部分：第一部分为检验部分，包括取芯法、回弹法、超声波法、拉拔法、放射性同位素法、电磁法等检验钢筋混凝土的标准与规范；第二部分为鉴定部分，包括国际结构安全鉴定通则和已有钢结构建筑物抗震鉴定标准；第三部分为维修和加固部分，包括奥地利承重结构的维修和加固规范及日本《钢筋混凝土烟囱设计施工指南》中的已有钢筋混凝土烟囱的检验与维修等。

本书可供进行已有建筑物的检验、鉴定、加固、改造工作时参考；对建筑物的管理单位、使用单位以及设计、施工、教学、科研等部门的领导干部、工程技术人员、检测人员也有一定的参考价值。

已有建筑物检验、鉴定、加固、改造的标准与规范

(一)

编辑、出版：冶金工业部建筑研究总院技术情报研究室

印刷：冶金工业部建筑研究总院印刷厂

责任编辑：蒋之峰

电话：66.4061
地址：北京德外学院路

前 言

建国以来，我国冶金工业有了很大的发展。钢铁生产能力已达到四千万吨/年。仅重点钢铁企业的建筑面积已超过两千万平方米。

在冶金企业的已有建筑物中，解放前建造的厂房已经严重老化，解放后建造的厂房相当一部分也已经使用了二、三十年。有的厂房的设计和施工本来就存在着一些问题，“先天不足”，加之使用中高热、腐蚀等特点，已有厂房隐患不少，危房越来越多，每年约有40万平方米在加固和改造。因此，对已有建筑物加强管理，进行检验、鉴定、加固、改造乃是十分繁重的迫切任务。

但在开展这项工作中，很多单位感到无章可循，现行规范都不符合已有建筑物的实际，因而迫切要求制订出有关标准，以指导工作。冶金部钢铁司于1982年1月转发的《钢铁企业工业建筑管理工作座谈会纪要》也明确提出要狠抓已有建筑物检验、鉴定标准的编制工作，并希望配合这项工作，迅速收集国外有关资料。

为此，我们翻译出版了欧洲一些国家和日本的有关已有建筑物检验、鉴定、加固、改造的标准和规范，以供有关领导和技术人员参考。

在翻译、编辑这本资料的过程中，我院施工技术研究室、建筑结构研究室、地基基础研究室、工程抗震研究室的有关同志给予热情帮助，谨表谢意。

由于我们水平有限，错误一定很多，请大家批评指正。

译、编者

1982.11

目 录

·检验·

用取芯法检验混凝土·····	(1)
用回弹或压痕试验测定混凝土的抗压强度·····	(6)
混凝土非破损检验建议·····	(26)
用拉拔法测定混凝土强度·····	(30)
用放射性同位素方法测定混凝土密度·····	(35)
用电磁法测定混凝土保护层厚度和钢筋位置·····	(39)

·鉴定·

建筑物结构安全鉴定通则·····	(45)
已有钢结构建筑物抗震鉴定标准·····	(52)
关于日本《已有钢结构建筑物抗震鉴定标准》的若干说明·····	(97)

·维修与加固·

钢筋混凝土承重构件维修与加固规程·····	(107)
已有钢筋混凝土烟囱的维修·····	(111)

用取芯法检验混凝土

东德TGL33444/01

(1981.7.1起生效)

本标准供检验已硬化的、干容重为 1.8 公斤/分米^3 以上的混凝土时使用。

1. 本检验方法的目的

本方法用于测定从建筑物或构件上用钻孔取芯法所得到的混凝土试件的特征值。

2. 取样

2.1 取样直径

应采用的试样直径为 150 ± 6 , 100 ± 4 或 50 ± 2 毫米。允许使用能得出取样直径为 46 ± 2 毫米的钻头。这种试样应同直径50毫米的试样作同样处理。

在短期荷载作用下,测定容重、吸水性、抗压强度和变形特征值时,试件的直径至少应是骨料最大粒径的两倍,而当骨料最大粒径为31.5毫米时,试件直径可为50毫米。

在测定混凝土的抗冻性及抗劈强度时,试件直径至少为100毫米且至少是骨料最大粒径的4倍,当骨料最大粒径为31.5毫米时,试件直径可为100毫米。

2.2 检验用试件数目¹⁾

表 1

性 能	在试件直径为下述值时检验至少需用的试件数目		
	150	100	50
容 重	3	5	5
吸 水 性	3	5	5
抗压强度	3	5	15 ²⁾ , 25
抗冻性 ²⁾	3	5	—
抗劈强度	3	5	—
变 形 机	2	3	5

一次钻孔取样可以制得多个试件,然而至少应作两次钻孔取样。

2.3 钻孔取样

选择钻孔取样部位时应考虑到构件的特性及受力情况,通过对试件的检验能对构件的情况得出准确的结论。²⁾

有夹杂物的芯样，如有配筋、接缝防水带及周边表面不光滑的芯样，根本不能用于检验。

从钢筋密布的混凝土构件中取样，如果要用一个直径至少100毫米的试件测定抗压强度，这时允许在试件中有一根直径至多14毫米并与轴线垂直的钢筋。钢筋与最近端面的距离至少应为30毫米。

采用金刚石钻，并加水钻孔，钻孔轴线应与混凝土表面垂直。取出试样后应立即作上标记，标记应清楚并耐久。

作鉴定试验时，应将全部钻取物（包括碎块）都交给检验所。

取样时，应作钻孔记录，记录中应说明下述内容：

申请人；取样日期；构件及取样部位；用草图表示钻孔取样部位；在试块上作的标记

根据需要在钻孔记录上还应填入其他内容如：

试块抗压强度要求的标准值；混凝土龄期；硬化条件；肉眼可见到的损坏；表面特性；粘着层；钻孔时遇到的干扰，例如：有钢筋，钻取的芯样不慎折断。

2.1 芯样的运输与贮藏

在运输时应避免芯样受损，在加工成试件之前贮藏温度为 $+5\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度为55~75%。

3. 试样的制备

3.1 试样的切割尺寸

表 2

性 能	标 准 值	长 细 比 h/d	
		上 限	极 限 值 下 限
容 重 吸 水 性		2.00	0.80
抗压强度 抗 冻 性	1.00	1.20	0.80
抗劈强度 变 形 性	2.00	1.20 2.50	0.40 2.00

假如芯样也用于测定构造的尺寸，如混凝土路面覆盖层的厚度，就应在切割之前加以确定。此外，建议按3.4节作试样高度测定。在取样时，上、下表面出现劈裂的区域，要排除在高度测量之外。

采用岩石锯切割的芯样的两表面应平行并与轴线垂直，并使试样的高度满足表2中长细比的要求。

有必要时可将两表面进行研磨或按3.2节进行找平。直径为50毫米的芯样只能用金刚石切割圆盘切割。在切割时应规定制得的试件与混凝土表面间的距离。

3.2 两表面的找平

直径为50毫米的芯样不得进行表面找平。

找平时应先将表面彻底弄干净并喷水使表面湿润而不显光泽,然后用毛笔或刷子将水泥浆刷在混凝土表面。再将找平砂浆抹上去,并仔细地将其抹平。建议采用一个适宜的样板框。

按TGL28101/01规定水泥浆中采用波特兰水泥PZ1~PZ4,抗压强度至少为35MPa,水灰比为0.15。水和水泥应至少强制搅拌3分钟。

找平砂浆应由用于表面涂层的同种水泥、0/1毫米的砂子和水组成,水泥:砂子:水的混合比为1.00:1.00:0.40~0.15。已经找平的试件,其表面至少保持三天湿润。找平所用材料除水泥砂浆外还可以用其他适宜的材料代替,但须满足表3的要求。在作抗压强度测定时,找平层材料的强度需与水泥砂浆的强度相同或其强度比被检验的混凝土的要高。应验证在试验时所得之测试值与采用水泥砂浆时所得之值相同。

找平层的平均厚度不得超过试件高度的5%和5毫米。

3.3 试件的贮放

在进行检验之前,试件一般应在标准气候条件下($20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{K}$,相对湿度 $65\pm 10\%$)通常贮放7天,至少两天。

3.4 确定试件的尺寸精确度

测量试件的高度时应采用游标卡尺对均匀分布在圆周上的1个侧面高度线进行测量,精度达0.1毫米。取4次测量的算术平均值作为试块的高度(h),精确到0.1毫米。

测量直径时采用游标卡尺在试件高度线上取4个均匀分布的圆周线进行测定,精度达0.1毫米,将4个测量值的算术平均值作为芯件的直径,精确到0.1毫米。

要检查试块是否达到了表2与表3的要求。

对表面光滑度及表面与侧面高度的垂直度的要求不适用于测定容重和/或吸水性的试块。

表 3

名 称	允许偏差	测 量
长细比 h/d	按表 2	—
侧面高度线与直径的偏差	试件直径的 %,确定抗剪强度时为0.5 毫米	用角尺及游标卡尺在偏差明显的部位对侧面两个高度线上作测定,以最大值为准
表面光滑度	无	用角尺测量2个相互垂直的直径,以合格为准
表面与侧面高度的垂直度	每100毫米高为2毫米	用角尺和钢尺对两个相互垂直的线作测量,以最大值为标准

4. 检验用的工具

钻孔取芯机;金刚石钻头;切割设备;游标卡尺(按TGL9232/01 1125~200~0.1);钢尺(按TGL3515 D500);角尺(按TGL6163 D75~200);角规(按TGL

6163 B100~300)。

5. 容重的测定

按TGL21094/02进行。用于测定干容重的试块只允许再用于测定吸水性。

6. 吸水性的测定

按TGL21094/03进行。试块不能再作其他检验用。

7. 抗压强度的测定

7.1 试验的进行

试验按TGL33433/04进行。如果采用100000牛顿以上的压力试验机，建议50毫米直径的试块用附加设备进行对中。

7.2 试验的计算

从钻芯试件的破坏力中求出每个试件的抗压强度 (R)。

$$R = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{F}{A}$$

式中 R——与TGL33433/04中立方体试块抗压强度同等的抗压强度，以牛顿/毫米²计；

β ——考虑到钻芯试块的长细比，其值见表4；

α ——考虑到钻芯试块的直径，其值见表5；

F——破坏力，以牛顿计；

$A = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$ ，为试块的受载截面，以毫米²计；

d——按3.4节，为钻芯试件的直径。

表 4

b, d	β
0.80	0.90
0.85	0.93
0.90	0.96
0.95	0.98
1.00	1.00
1.05	1.02
1.10	1.04
1.15	1.06
1.20	1.08

表 5

$\beta \cdot F/A$ 牛顿/毫米 ²	钻芯试件直径 α 以毫米计		
	150	100	50
~15			1.10
20			1.08
25			1.05
30			1.02
35	1.00	1.00	0.99
40			0.96
45			0.92
50			0.88
55			0.84
≥ 60			0.80

中间值可以按直线插入。

只要各单个值取自对构件有代表性的试块，又不因为系统误差而有区分时，可归总为一个抽样试验。

按TGL33411/02由抽样试验中计算出统计特征值 $\min X_i$ 或 $X_{5\%}$

为了进行静力计算范围的验算，应允许按TGL33411/01推导出混凝土等级或按TGL33411/03推导出混凝土标号，但须满足表6中的检验条件¹⁾。

在抽查取样范围 < 15 进行的检验，仅限于较小尺寸的构件，并需征得有关监督部门的同意。从TGL33411/01或/03中取用有关标准立方试块的抗压强度 R^N 。

钻芯试块的立方体抗压强度需按TGL33433/01和/04作标准试验来确定。

表 6

抽查试验范围	混凝土等级或标号的检验条件
$3 \leq n \leq 5$	$\min X_i \geq 1.00 R^N$
$6 < n \leq 15$	$\min X_i \geq 0.95 R^N$
$n \geq 15$	$X_{5\%} \geq 0.90 R^N$

8. 抗冻性的测定

按TGL21094/06进行。在作质量损耗检验时，试块高度至少为40毫米，重量至少为750克。

9. 在短期荷载作用下变形特征值的测定

按TGL21094/08进行。在对50毫米直径的试块进行测定时，应采用能保证其相对变形读数的精度至少为 $2 \cdot 10^{-5}$ 的变形测定装置。对直径50毫米试块，其测量基数至少为50毫米。

10. 抗劈强度的测定

按TGL33433/10进行。

11. 试验记录

试验记录至少应包括按TGL21094/02、/03、/06、/08和TGL33433/01、/04、/10进行检验时所要求的说明，另外再补充2.3节的钻孔取样记录。

在作抗压强度检验计算时应作附加说明：

长细比 h/d ；换算系数；统计特征值与验算。

12. 健康与劳动保护

在一切机械钻孔及磨研过程中，使用的工具要用水充分喷淋。如果用水不理想，就应把工具上产生的静尘吸走并安全地运离。应遵守机器及仪器制造商制订的使用说明。

在钻孔时应注意钻机稳定及其钻头的负载能力。使用之前应检查机器的旋转方向是否正确。

切割芯样时，应将切割机的防护罩关好。

说明：

本标准与下述标准有关：

TG13515；TG16163；TG19252/01；TGL16237/01和/03；TG121094/02，/03，/06，/08；TGL28101/01；TGL33411/01～/03；TGL33433/01，/04和/10

用本标准代替建工部国家建筑管理局72/78规程《用取芯法检验已硬化混凝土》。

本标准为混凝土统一技术条例（LVT）《试验与检查》中的一部分。

说明：

1) TGL16237 01和/03适用于公路交通的水泥混凝土路面。

*2) 仅在骨料最大粒径≤16毫米时适用。

3) 仅在检验抗压强度折减时适用。

（叶秀玉译，王生传校）

用回弹或压痕试验测定混凝土的抗压强度

东德TGL33437/01

（1980.1.1起生效）

本标准适用于检验建筑物和构筑物中容重≥1800公斤/米³的已硬化混凝土。

1. 一般要求

回弹和压痕试验可

——作为硬化检验，在混凝土工厂及工地进行连续质量检验时使用；

——用于鉴定建筑物或构筑物中混凝土的抗压强度和/或抗压强度的分布情况。

进行混凝土抗压强度测定时，应根据5.3节中的要求对试验设备进行标定。如不能标定时，可以在满足5.3.5节要求的条件下，按6.2节中规定的方法对抗压强度值作出估计。

抗压强度的测定必须在一名工程师的指导下进行。

必须具备被检混凝土的成分、制作、养护、混凝土龄期等资料。

2. 试验方法的简单介绍

2.1 原则

两种试验方法都为表面试验法。

回弹仪用于鉴定混凝土的弹性性能，在最佳情况下测试深度可达50毫米。钢球冲击

仪用于测定几毫米厚混凝土层的变形及硬度。

2.2 回弹试验

把一个张紧的弹簧松开，将一重块打在金属棒（撞针）的一端，使金属棒的另一端打在混凝土表面上。由于混凝土表面层具有弹性，撞针又将重块弹回，并带着一个指示器一起返回。混凝土抗压强度愈大，仪器刻度盘上所指示的回弹值也愈大。

通过标定关系式，可以从回弹值中确定混凝土的抗压强度。

2.3 压痕试验

用一弹簧将一重块打在一个冲头上，冲头的球形压头使混凝土表面产生一个塑性球面压痕。对此压痕的直径进行测定，混凝土抗压强度增加，球面压痕直径就减少。

球面压痕是否可测，也就判断了钢球冲击试验是否可用。

采用标定关系式，可以由球面压痕值确定混凝土抗压强度。

3. 测区

3.1 测区的选择及其特点

测区的面积至少为200厘米²，最高可达600厘米²，测区内应至少能安置下10个测点。测点的间距不得小于20毫米，测点与构件边缘距离不得小于30毫米。

被检的混凝土表面应进行风干并保持光滑，如同在刨过的模板或模子中制得的混凝土表面一样，粗糙的表面应磨光。在检验前应将涂层、灰浆层、松动的混凝土块、水泥渣、模板碎片等除掉。

有明显损坏的、有孔的、不密实的以及有浇灌缝的部位不得选作测试点；还有受腐蚀的或油浸透的、湿透了的或受冻的混凝土表面也不得作为测试点；紧挨着混凝土表面有配筋或钢埋设件的部位也不得作为测试点。

在试验仪冲击方向上的混凝土构件厚度至少为200毫米，以避免构件的弹跳而使结果值出现差错。

测试点应均匀地或随机地分布在结构物上，以便测得建筑物或构筑物有代表性的值。测试较大构件时应考虑到，如果试验只在底侧进行，就会出现错误判断，因为这个部位的混凝土抗压强度比其他部位要高。

对回弹试验的一点补充：

如果不可避免地要在压应力较高的部位进行检验时，还需考虑5.3.1节的要求。

3.2 测试次数

按TGL33411/01中的最低取样范围确定起码的测试次数¹⁾。按5.3.1节，无标定检验时的最低测试次数 $n \geq 15$ 。

4. 试验工具

4.1 仪器类型

具有测定回弹行程装置的回弹仪，是压入体直径为10毫米的钢球冲击仪。

试验仪在温度为 $+5 \sim +35^{\circ}\text{C}$ 时工作性能可靠。使用者应通过试验，确定在此范围以外混凝土对仪器读数是否有影响，必要时测定校正值并加以使用。

4.2 仪器的校核与保养

4.2.1 回弹仪

在每次使用之前，将回弹仪放在所配的检验砧上进行校核。砧的重量约16公斤。钢材的布氏硬度 $BH \approx 500$ 。砧应放在固定的底座上，在检验砧上对回弹仪作五次测定。出现的回弹值与规定值之间的误差大于 $\pm 25\%$ 时，应将仪器弄干净并再次进行试验。如果误差远远大于 $\pm 25\%$ 。应对仪器进行校准。

撞针应保持清洁，避免尘埃进入机壳内部。

每当作了至多2000次测定之后，应根据使用说明对仪器进行清理。仪器有功能障碍，或在检修之后，应重新进行校准。校准后应达到使用说明中的精度。

4.2.2 钢球冲击仪

每当作了至多2000次测定之后（但至少半年）应采用标准硬度板对钢球冲击仪进行检验。在全冲击和冲击能量可调时，在半冲击状态下进行3次校验。冲击应水平方向进行。标准硬度板应固定在一个坚固物体的平正表面上，该物体的重量至少300公斤。如果压痕与规定值的误差大于 ± 0.2 毫米，应将仪器清理。压头出现磨损时，应更换并重新校验。如果误差总是超过 ± 0.2 毫米，应将仪器送到制造厂家或工场校准。

冲头的表面涂上油，使测量结果不致因为冲头的摩擦损失而出差错。钢球及钢球底座应始终保持清洁，出现变形或表面受损的钢球要更换。

每当经过至多2000次测试之后，将仪器彻底清理。

5. 试验的进行

5.1 取得单个值

按3.1节，每个测区应作10次测试。按5.2节剔出10个单个值中误差特别大的值（异常测点）。

作钢球冲击试验时，10个球形压痕都可以进行测量。如果有的压痕不能测定时，应再次作钢球冲击来补上。

回弹仪的撞针或钢球冲击仪的冲头应与混凝土表面垂直。冲击是通过仪器外壳底面持续加压引发的。

5.1.1 回弹仪

撞针不得打在明显大颗的骨料颗粒或孔隙上。

只要指针没有触动仪器外壳上的按钮而固定下来，就要在仪器尚未松开时从刻度上立即读出回弹值。

5.1.2 钢球冲击仪

用精密刻度放大镜在两个相互垂直的方向取钢球压痕直径的读数，精确至0.1毫米。当测得大的压痕直径比小的大20%时，此压痕值不能用，以两个测量值的平均值作为测区的单个值。

安置刻度放大镜时，压痕的图象应在测试刻度的中央，十位数的刻度线与压痕的左边相切。取读数时需要安一个足够亮度的灯，且尽可能为侧面照明。为了更好地对钢球压痕进行测量，在要测定的混凝土表面上放上复写纸。如使用铜箔，厚度不应超过0.05毫米。硬挺光亮的铜箔只有在标定和构筑物检验都使用时才允许使用。由于测量值中可能有应剔除的值，因此要根据混凝土表面的质量情况，适当增加每个测区的测点。

为了精确测得压痕，可用Placyl测量楔代替精密刻度放大镜。

5.2 测区值的计算

采用10个单个值计算出该测区允许的最大及最小单个值，计算方法如下：

回弹试验	压痕试验
$R = Z_{\text{最大}} - Z_{\text{最小}}$	$R = d_{\text{最大}} - d_{\text{最小}}$
$\text{允许的 } Z_{\text{最大}} = Z_{10} + \frac{2}{3} R$	$\text{允许的 } d_{\text{最大}} = d_{10} + \frac{2}{3} R$
$\text{允许的 } Z_{\text{最小}} = Z_{10} - \frac{2}{3} R$	$\text{允许的 } d_{\text{最小}} = d_{10} - \frac{2}{3} R$

式中 R ——变化幅度；

Z_{10} 或 d_{10} ——一个测区的10个单个值的算术平均值， Z_{10} 的精度： 10^{-1} 刻度， d_{10} 的精度： 10^{-2} 毫米；

$Z_{\text{最大}}$ 或 $Z_{\text{最小}}$ 和 $d_{\text{最大}}$ 或 $d_{\text{最小}}$ ——该测区的最大或最小单个值；

允许的 $Z_{\text{最大}}$ 或允许的 $Z_{\text{最小}}$ 和允许的 $d_{\text{最大}}$ 或允许的 $d_{\text{最小}}$ ——在统计可靠性达97.7%时，该测区的允许最大或最小值。

允许极限范围以外的单个值，在作进一步计算时应删去。未作剔除判别时不得将这些值删去。从余下的可使用的单个值中按下式计算出该测区的值：

回弹试验	压痕试验
$Z_i = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K Z_{i,j}$	$d_i = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K d_{i,j}$

式中 $Z_{i,j}$ 或 $d_{i,j}$ ——测区 i 的单个值 j ；

K ——可使用的单个值数；

Z_i 或 d_i ——测区 i 的值（测区值）， Z_i 的精度： 10^{-1} 刻度， d_i 的精度： 10^{-2} 毫米

在作回弹试验时，冲击方向若与水平线有偏差，应根据表1中的值对测区值进行校正。中间值可以插入。

如果不是使用冲击能为2.2J，且从试验砧上得出的规定值为 80 ± 2 的回弹仪时，测出的值应按相应的使用说明进行处理。

在作压痕试验时，冲击方向与水平线偏差的校正要在按6.1.1节计算抗压强度时进行。

表 1

测区值 Z_i	在锤击方向与水平线有偏差时的校正值			
	向上偏		向下偏	
	约90°	约45°	约45°	约90°
20	-6	-4	+2	+3
30	-5	-3	+2	+3
40	-4	-3	+2	+2
50	-3	-2	+1	+2
60	-2	-2	+1	+2

5.3 标定

5.3.1 取得初始值

5.3.1.1 试件的数目

表 2

试 件 的 种 类 及 尺 寸	起 码 的 试 件 数 目
立方试块边长为100、150、200或300毫米	30(12)
或 钻孔取芯块直径100或150毫米	20(8)
或 钻孔取芯块直径50毫米	60(24)

括弧内的值适于在按5.3.3节简化标定时使用。

为了进行标定,使用的试块尺寸应与上述测定硬化混凝土试块的尺寸一致。对直径50毫米的取芯块,应在每个测区上取3个试件,而且至少应是两次钻样上得到的。

5.3.1.2 试件的制作与特性

试件的混凝土成分、硬化期及养护期尽量与要检验的建筑物或构筑物的一致。应尽量从许多次搅拌料中取样。在模板材料对混凝土表面有特殊影响时,例如吸湿的木模板,应有计划地在试模内加一个不超过20毫米厚的垫层,以符合使用的情况。在用破损法检验试块时,应考虑到受压面的缩减。

热养护混凝土,其标定试件的温度及湿度在规定的检验时间上应与构件的相应值完全一致。

试件的混凝土抗压强度,应高到冲击能对用破损方法测得的检验结果没有影响。应把回弹仪用2.2J冲击能及钢球冲击仪在“半冲击”(1.2J) 7.5牛顿/毫米²时的混凝土抗压强度视为最低抗压强度。在极限状态或其他冲击能时,可以根据需要,通过试验确定最低值。

为了得到一条可用的标定直线,用破损方法测得的抗压强度值应与表3中值的幅度一致。如有必要使值的幅度达到最小,应允许制作试件时对水灰比作微小调整。

节中成对的值在值的幅度范围内应接近均匀分布。

表 3

所有试块的抗压强度平均值 (牛顿·毫米 ²)	最大 X_i - 最小 X_i = 幅度 (牛顿·毫米 ²)	
	最小	最大
<40	7.5	20
≥40	10	25

其中 最大 X_i —— 所有试件中的最大抗压强度值；

最小 X_i —— 所有试件中的最低抗压强度值。

5.3.1.3 取成对值 X_i 、 Z_i 或 X_i 、 d_i ；

如果用立方体试件标定，在测定回弹值或压痕值之前，应放在压力试验机中施加

加2.5牛顿/毫米²的压应力来夹紧，然后在上面进行非破损检验。

测区应选择在

——边长至少为200毫米的立方体试块的一个侧面上；

——在较小试块两个相对的侧面上。

在测得10个单个值之后，按TGL33433/01在同一试块上确定抗压强度值 X_i 。

对回弹试验作的一点补充：

在较高压应力作用下的构件要求有特殊的标定关系式。在作回弹测定时，要用千斤顶对试块施加压应力，此压应力与要检验的构件承受的压应力相一致。

如果采用圆柱形芯样标定，应在钻取试样之前，在每个测区取10个单个值。应在圆柱体的端面多分布测点。混凝土应该达到足够的硬化程度，以使钻取试样后混凝土强度不再有能觉察到的增加。取芯试验按国家材料管理部门的规程72/78进行。将取芯试块的抗压强度折算成边长150毫米的立方试块的强度值后作为标准值。每个测区取三个试块，得出的抗压强度值 X_i 为这三个试块的平均值。

把按5.2节测出的测区值 Z_i 或 d_i 以及其抗压强度值 X_i 作为建立标定直线所要求的成对值。

5.3.1.4 对混凝土龄期的考虑

为了建立并使用标准直线，只能使用混凝土龄期符合表4 极限范围的试块。

表 4

标定试块混凝土龄期的极限范围(单位:天)							
2~4	5~10	11~20	21~60	61~100	101~200	201~400	400天以上

按5.3.1.2节使用检验仪时应考虑混凝土抗压强度的下限值。

当混凝土龄期不足两天时，应采用龄期相差不超过2小时的试件作标定。

在标定热养护混凝土产品的起吊或转运时强度规定：

用作标定试件的龄期允许最多相差1小时；

标定试块脱模和检验的时间间隔应保持一定。构件和试块应同时脱模。

5.3.2 标定直线的建立与检验

在进行回归计算前,就用曲线表示成对值 X_i 和 Z_i 或 X_i 和 d_i 。 Z_i 或 d_i 值作为横坐标; X_i 值作为纵坐标。图示此例为:

回弹: Z_i 值 1毫米 $\pm$ 0.1刻度

X_i 值 1毫米 $\pm$ 0.1牛顿/毫米²

球形压痕: d_i 值 1毫米 $\pm$ 0.01毫米

X_i 值 1毫米 $\pm$ 0.1牛顿/毫米²

分三步求得标定直线:

第一步:确定临时的标定直线

回弹试验

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \text{ 单位牛顿/毫米}^2$$

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \text{ 以刻度表示}$$

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \text{ 牛顿/毫米}^2$$

$$S_Z = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2} \text{ 以刻度表示}$$

$$r_{XZ} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})(X_i - \bar{X})}{S_X \cdot S_Z}$$

$$b_Z = r_{XZ} \cdot \frac{S_X}{S_Z} \text{ 牛顿/毫米}^2$$

$$a_Z = \bar{X} - b_Z \cdot \bar{Z} \text{ 牛顿/毫米}^2$$

$$X_Y = b_Z \cdot Z + a_Z \text{ 牛顿/毫米}^2$$

压痕试验

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \text{ 单位牛顿/毫米}$$

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \text{ 单位毫米}$$

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \text{ 单位牛顿/毫米}^2$$

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2} \text{ 单位毫米}$$

$$r_{Xd} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})(X_i - \bar{X})}{S_X \cdot S_d}$$

$$b_d = r_{Xd} \cdot \frac{S_X}{S_d} \text{ 单位牛顿/毫米}^2$$

$$a_d = \bar{X} - b_d \cdot \bar{d} \text{ 单位牛顿/毫米}^2$$

$$X_Y = b_d \cdot d + a_d \text{ 单位牛顿/毫米}^2$$

式中 $\bar{X}$ ——所有试块经破损检验得出的抗压强度 X_i 的算术平均值;

n ——试块数;

$\bar{Z}$ ——测区值 Z_i 的算术平均值;

$\bar{d}$ ——测区值 d_i 的算术平均值;

S_X ——抗压强度 X_i 的标准偏差;

S_Z ——测区值 Z_i 的标准偏差;

S_d ——测区值 d_i 的标准偏差;

r_{XZ} ——相关系数,应为正号;

r_{Xd} ——相关系数,应为负号;

b_Z 或 b_d ——标定直线的回归系数;

a_Z 或 a_d ——标定直线的常数;

$X_Y = b_Z \cdot Z + a_Z$ ——临时标定直线方程式,此方程式用最小误差的平方米确定。