

JIANSHE GONGCHENG JIANCE JIANDING

JISHU YAODIAN YU

DIANXING ANLI

建设工程检测鉴定 技术要点与典型案例

袁海军 朱跃武 主编
何春凯 主审

建设工程检测鉴定技术要点

与典型案例

袁海军 朱跃武 主编
何春凯 主审

主 审：何春凯

责任编辑：王 强
封面设计：王 强
版式设计：王 强
印刷：王 强

中国环境出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建设工程检测鉴定技术要点与典型案例/袁海军等编.

—北京: 中国环境出版社, 2013. 9

ISBN 978-7-5111-1579-9

I. ①工… II. ①袁… III. ①建筑工程—质量检验 IV. ①TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 228790 号

出 版 人 王新程
责任编辑 高 峰
责任校对 扣志红
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112739 (建筑图书事业部)
发行热线: 010-67125803 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2013 年 12 月第一版
印 次 2013 年 12 月第一次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 14.25
字 数 200 千字
定 价 38.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编委会名单

主 编：袁海军 朱跃武

副主编：施新荣 刘艳荣

编 委：	李杰成	罗春生	杜 雷	袁广州
	谢卫兵	高芳胜	何树明	谈小兰
	李焕林	陈浩宇	葛兆庆	宋 杰
	尤立峰	李立坤	王奇玮	郑惠华
	葛树奎	周 峰	刘克敏	温 杰
	罗伟南	金维疆	郑 平	游启宏
	陈立锋	赖云华	周宇翔	

主 审：何春凯

前言

我国 1949 年以后所建房屋,已经过几十年的使用,大部分已有不同程度的损伤和老化,急需对房屋的安全状况进行正确评估。对已有建筑物的检测和鉴定,已愈来愈引起人们的重视,而且在今后一段时间内建筑的维修改造将会有较大的发展。特别是近年来随着钢结构、混凝土结构检测鉴定人员队伍扩大,新标准新技术实施,对本行业拥有新技术知识专业人才的需求更加迫切,急需培养一批高水平、高素质的结构检测鉴定专业技术人才的从业队伍。

本书作者应邀在全国各地举办的“《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621—2010)的解读”、“《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS: 278: 2010)的解读”、“建筑结构检测新技术”、“建筑工程检测鉴定典型案例”和“《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—1999)(2004 年版)的技术要点”等培训班的讲课,深受广大学员的好评。教学相长,通过与广大工程检测鉴定人员的切磋交流,使讲课材料不断充实完善,将讲课的演讲稿付印成书,是希望与更多的从业于建筑工程检测鉴定的专业技术人员分享,若能对各位同行有所帮助、借鉴,将深感欣慰。

本书包括 8 个专题讲座,内容涉及建筑结构检测鉴定中应注意的相关问题、钢结构基本知识、建筑工程检测鉴定典型案例、钢结构现场检测技术标准的解读理解与应用、剪压法检测混凝土抗压强度技术规程的理解与应用、混凝土结构现场检测技术标准的技术要点、砌体工程现场检测技术标准的技术要点和危险房屋鉴定标准的技术要点等方面。从检测鉴定方面规范的理解,所学知识 with 工程检测鉴定应用相结合的角度,通过剖析各种类型的案例,用深入浅出的语言解读建筑结构检测鉴定。本书取自讲课的演讲稿,论述简明扼要,重点突出,图文并茂,是全新的出书表现形式。

本书在编写过程中,得到了国家建筑工程质量监督检验中心和中国建筑科学研究院深圳分院领导、专家的协助和指导,特此表示衷心的感谢。如读者对本书内容有疑问或建议,可与作者联系 (Email: yhj2008@sina.com)。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

袁海军

2013 年 7 月于中国建筑科学研究院

内 容 提 要

本书内容取自书中编委在全国各地举办的“建筑结构检测鉴定中应注意的相关问题”、“钢结构基本知识”、“建筑工程检测鉴定典型案例”、“《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621—2010)的解读”、“《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS: 278: 2010)的解读”、“《砌体工程现场检测技术标准》(GB/T 50315—2011)的技术要点”和“《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—1999) (2004 年版)的技术要点”等讲座内容。从检测鉴定方面规范的理解, 所学知识 with 工程检测鉴定应用相结合的角度, 通过剖析各种类型的案例, 用深入浅出的语言来解读建筑结构检测鉴定。本书论述简明扼要, 重点突出, 图文并茂, 适合于不同层次从事结构检测鉴定的读者阅读。

本书可作为《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621—2010)、《混凝土结构现场检测技术标准》(GB/T 50784—2013)、《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》(CECS: 278: 2010)、《砌体工程现场检测技术标准》(GB/T 50315—2011) 和《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—1999) (2004 年版) 的宣贯辅助教材, 亦可供建筑工程质量管理、检测、监督、施工、设计人员及高等院校有关专业师生参考, 也可作为工程检测鉴定类技术人员参加继续教育的培训教材。

李和章

重庆大学建筑与土木工程学院 重庆 400045

目 录

专题 1 建筑结构检测鉴定中应注意的问题	1
1.1 建筑工程中检测与鉴定(检查)的区别	1
1.2 标准、规程中的勘误	1
1.3 混凝土结构实体强度、同条件试块强度、标养试块强度间的关系	3
1.4 混凝土结构实体检验	4
1.5 材料强度标准值、强度设计值间的关系	4
1.6 混凝土芯样直径不同对其强度的影响	6
1.7 各类材料的强度检测比较	6
1.8 从结构中取样的问题	7
1.9 结构不同检测内容不同	8
1.10 超声波检测混凝土缺陷时,如何提高测试准确性	8
1.11 检测仪器检定与校准的区别	11
1.12 如何用简单的手算方法对梁、柱截面进行估算	11
1.13 柱箍筋加密区的体积配筋率的计算	13
1.14 箍筋作用及复合箍筋的做法	13
1.15 砖墙厚度问题	15
1.16 钢结构柱脚固支与铰支	15
1.17 荷载组合问题	15
1.18 轻钢结构中屋面的雪荷载	16
1.19 建筑物的裂缝类型及应对措施	17
1.20 “工程施工质量验收规范”中不合格的处理	24
1.21 钢筋混凝土结构的耐久性	25
1.22 火灾对钢筋混凝土结构的影响	27
1.23 结构验算时应注意的问题	28
1.24 可靠性鉴定	30
1.25 重要构件与次要构件	32
1.26 工程鉴定时各类标准的层次问题	32
专题 2 钢结构基础知识	34
2.1 钢结构的特点与应用	34
2.2 钢结构材料	40
2.4 相关问题的说明	59
专题 3 结构检测鉴定典型案例剖析	64
3.1 倒塌与严重损坏工程的检测鉴定	64
3.2 裂缝原因的检测鉴定	99

3.3	火灾后的检测	105
3.4	结构耐久性的检测	112
3.5	房屋安全性的检测鉴定	118
3.6	房屋正常使用性的检测鉴定	123
3.7	结构静载试验(实荷试验)	125
3.8	工程施工质量问题	134
专题4	《钢结构现场检测技术标准》的理解与应用	140
4.1	《钢结构现场检测技术标准》编制的背景	140
4.2	《钢结构现场检测技术标准》与相关标准的关系	141
4.3	《钢结构现场检测技术标准》章节安排	141
4.4	基本规定	142
4.5	外观质量检测	145
4.6	表面质量的检测——磁粉检测、渗透检测	146
4.7	内部缺陷的检测——超声波检测	148
4.8	高强度螺栓终拧扭矩检测	162
4.9	变形检测	164
4.10	钢材厚度检测——超声波原理	165
4.11	钢材品种检测	165
4.12	防火涂层厚度检测	167
专题5	《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》的理解与应用	170
5.1	编制《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》的背景	170
5.2	剪压法	170
5.3	《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》章节安排	171
5.4	《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》的适用范围	171
5.5	剪压仪	172
5.6	检测技术	173
5.7	混凝土强度的计算与推定	175
5.8	离群值的判断和处理	177
专题6	《混凝土结构现场检测技术标准》的技术要点	179
6.1	总则	179
6.2	术语、符号	179
6.3	基本规定	179
6.4	混凝土力学性能检测	183
6.5	混凝土长期性能和耐久性能检测	188
6.6	有害物质含量及其作用效应检测	190
6.7	混凝土构件缺陷检测	192
6.8	混凝土构件尺寸偏差与变形检测	194
6.9	混凝土中的钢筋检测	196
6.10	混凝土构件损伤检测	198

6.11	环境作用下剩余使用年限推定	200
6.12	结构构件荷载检验	200
专题 7 《砌体工程现场检测技术标准》的技术要点		202
7.1	砌体结构强度的特点	202
7.2	测试内容与方法	202
7.3	各种方法的基本原理及仪器介绍	202
7.4	各种检测方法的适用范围	209
专题 8 《危险房屋鉴定标准》的技术要点 (2004 年版)		210
8.1	危险房屋的评定	210
8.2	构件危险性鉴定	210
8.3	房屋组成部分隶属函数 $\mu_{a,b,c,d}$ 计算	212
8.4	房屋隶属函数 $\mu_{A,B,C,D}$ 计算	213
8.5	案例	214
参考文献		217

专题 1 建筑结构检测鉴定中应注意的问题

1.1 建筑工程中检测与鉴定（检查）的区别

类别	仪器、设备	符合性判断	人员	单位（机构）	依据标准
检测	需要	不需要	不强调经验	检测单位	检测标准
鉴定（检查）	不一定需要	需要	强调经验、专业判断	鉴定单位检查机构	鉴定标准设计规范

房屋检测鉴定与医院看病的类比

二者比较	化验（检测）（低端）	诊断（鉴定）（高端）
医院看病	切片、化验、B超（护士）	确诊病情——医学知识、高超医术（医师、主任医师）
房屋检测鉴定	钻芯、回弹、A超（检测员）	安全性、危房鉴定——专业知识、工程经验（工程师、注册结构师）

1.2 标准、规程中的勘误

(1) 《钻芯法检测混凝土强度技术规程》（CECS 03：2007）P15 中的 k_1 、 k_2 值有错

附录 B 推定区间系数表

B.0.1 在置信度 0.85 条件下，试件数与上限值系数、下限值系数的关系（表 B.0.1）。

表B.0.1 上、下限值系数					
0.05		0.10			
试件数n	$k_1(0.10)$	$k_2(0.50)$	试件数n	$k_1(0.10)$	$k_2(0.50)$
15	1.222	2.566	37	1.360	2.149
16	1.234	2.524	38	1.363	2.141
17	1.244	2.486	39	1.366	2.133
18	1.254	2.453	40	1.369	2.125
19	1.263	2.423	41	1.372	2.118
20	1.271	2.396	42	1.375	2.111
21	1.279	2.371	43	1.378	2.105

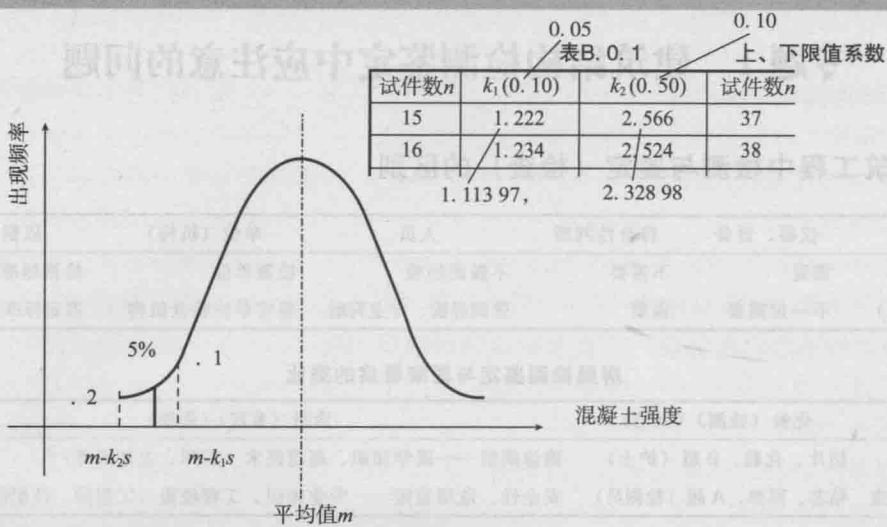
k_1 、 k_2 的正确值见《建筑结构检测技术标准》（GB/T 50344—2004） P16

(2) 混凝土强度推定区间：

置信度 0.85

错判概率 α 小于 5%，生产方风险，低判；

漏判概率 β 小于 10%，使用方风险，高判。



(3) 《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344—2004)

表 3.3.14-3 一般项目正常一次性抽样的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	1	2	32	7	9
8	2	3	50	10	11
13	3	4	80	14	15
20	5	6	≥125	21	22

(4) 《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621—2010)

表 3.4.5-1 主控项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	0	1	80	7	9
8~13	1	2	125	10	11
20	2	3	200	14	15
32	3	4	>315	21	22
50	5	6	—	—	—

表 3.4.5-2 一般项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	1	2	32	7	9
8	2	3	50	10	11
13	3	4	80	14	15
20	5	6	≥125	21	22

1.3 混凝土结构实体强度、同条件试块强度、标养试块强度间的关系

混凝土结构实体强度与标养试块强度间的差别：

- (1) 养护温度

实际结构相同

20℃±2℃
- (2) 养护湿度

实际结构相同

95%以上
- (3) 体积效应

表面系数小

表面系数大
- (4) 承载时间

施工时受力

28d 才加压
- (5) 养护龄期

不是 28d

28d

龄期 28d 时，混凝土结构实体强度为标养试块强度的 88%

对实体检测时，龄期往往不是 28d，实体检测结果不能除以 0.88

同条件试块强度与标养试块强度间的差别：

主要是温度、湿度两大影响。

同条件试块强度——成熟度 (20℃×28d=560℃·d≈600℃·d)

同件试块强度试验结果乘系数 1.1

1.4 混凝土结构实体检验

(1) 混凝土强度——结构实体同条件养护试块，各强度等级均应有；

数量：不宜少于 10 组，且不应少于 3 组。

龄期：成熟度（养护温度 $\times$ 时间） $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ，且 14~60d。

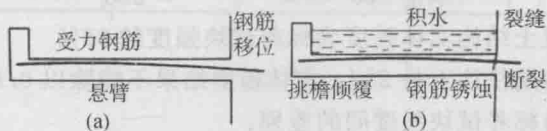
强度评定：结果乘折算系数 1.1，GB/T 50107—2010。

(2) 钢筋保护层厚度——梁、板构件

数量：各抽 2%，且不少于 5 个，当有悬挑构件时，应有 1/2。

测量：梁全部主筋，板不少于 6 根纵向受力筋对每根钢筋，应选择有代表性的不同部位量测 3 点取平均值。（原先测 1 点）

【例】2008 年 6 月广东东莞桥头镇综合市场二楼的遮雨阳台发生坍塌。

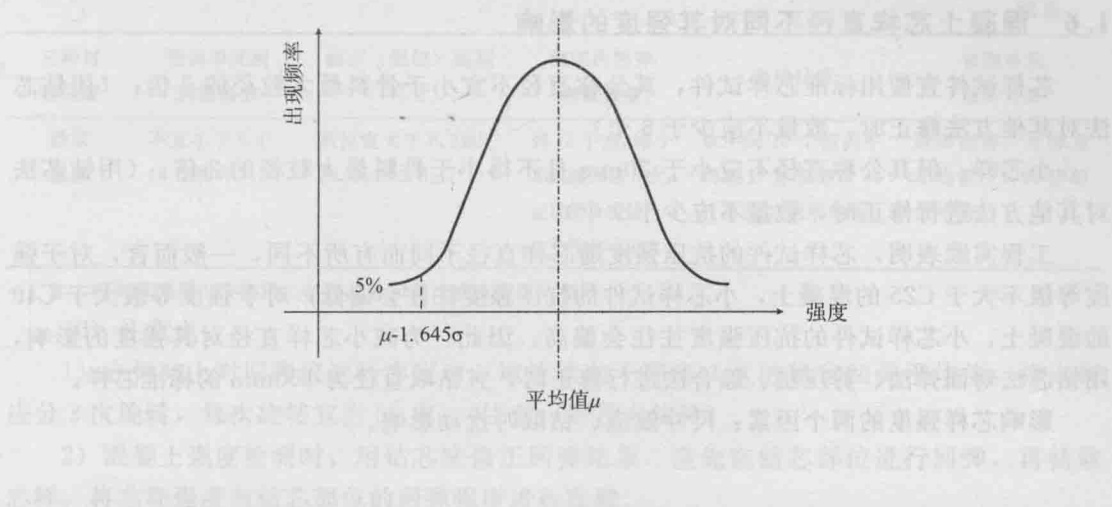


阳台受力钢筋下移、裂缝开口向上

1.5 材料强度标准值、强度设计值间的关系

(1) 强度标准值

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001) 规定，材料强度的概率分布宜采用正态分布或对数正态分布，材料强度的标准值可取其概率分布的 0.05 分位数确定，即取 $\mu - 1.645\sigma$ 的值（保证率为 95%），如图所示。



(2) 材料强度设计值

$$\text{材料强度设计值} = \frac{\text{材料强度标准值}}{\text{材料强度分项系数}}$$

- 1) 混凝土的材料强度分项系数: $\gamma_c = 1.40$ (89 规范 1.35)
- 2) 砌体的材料强度分项系数: $\gamma_f = 1.60$ (88 规范 1.5)
- 3) 热轧钢筋的材料强度分项系数: $\gamma_s = 1.10$
- 4) 热处理钢筋的材料强度分项系数: $\gamma_s = 1.20$
- 5) 钢材的材料强度分项系数: $\gamma_s = 1.10$

C30 混凝土, 设计计算时为什么 f_c 取 $14.3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$?

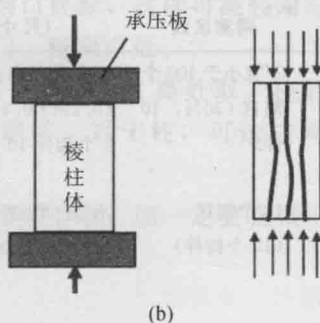
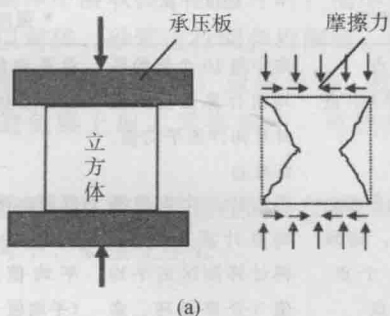
立方体试块抗压强度标准值 $f_{cu,k} = 30$

轴心抗压强度标准值 $f_{ck} = 0.88 \times 0.76 f_{cu,k} = 0.67 f_{cu,k}$

0.88——混凝土结构与混凝土试件的比值, ——在加荷速度、养护条件、受力情况等
方面差异

0.76——棱柱体强度与立方体强度的比值

轴心抗压强度设计值 $f_c = 0.67 f_{cu,k} / 1.4 = 0.48 f_{cu,k}$



1.6 混凝土芯样直径不同对其强度的影响

芯样试件宜使用标准芯样试件，其公称直径不宜小于骨料最大粒径的 3 倍；（用钻芯法对其他方法修正时，数量不应少于 6 个）

小芯样：但其公称直径不应小于 70mm 且不得小于骨料最大粒径的 2 倍。（用钻芯法对其他方法进行修正时，数量不应少于 9 个）

工程实践表明，芯样试件的抗压强度随芯样直径不同而有所不同，一般而言，对于强度等级不大于 C25 的混凝土，小芯样试件的抗压强度往往会偏低；对于强度等级大于 C40 的混凝土，小芯样试件的抗压强度往往会偏高。因此，为减小芯样直径对其强度的影响，用钻芯法对回弹法、剪压法、综合法进行修正时，宜钻取直径为 100mm 的标准芯样。

影响芯样强度的两个因素：尺寸效应、钻取时扰动影响。

1.7 各类材料的强度检测比较

各类材料的强度	非破损性检测		破损的检测
	方法	回弹仪的率定	
混凝土强度	回弹法	80±2	钻芯法
砖强度	回弹法	74±2	取砖样
砂浆强度	回弹法	74±2	点荷法
钢材强度	化学成分分析	/	取钢材样

(1) 用回弹法检测三种材料强度的比较

三种材料强度	检测单元所需测区数	测区（测位）面积（尺寸）	测区内回弹测试数量	强度计算	检测单元强度计算
混凝土强度	不宜小于 100 个测区（30%，10 件）	不宜大于 0.04m ² （0.2m×0.2m） 1 个构件 10 个测区	弹 16 个点 1 个构件 160 点	取中间 10 个值的平均值计算强度，再计算构件的平均值、标准差	总平均值 - 1.645 倍标准差
砖强度	10 个测区（10 个构件）	不宜小于 1.0m ² （1.0m×1.0m）	选 10 块条面向外的砖，每块砖弹 5 个点，共 50 个点	每块砖 5 个点的平均值计算砖强度，再计算测区的平均值（分普通砖、多孔砖 2 类计算）	既有砌体（变异系数小时）：计算总平均值、标准值（平均值 - 1.8 倍标准差）

续表

三种材料强度	检测单元所需测区数	测区（测位）面积（尺寸）	测区内回弹测试数量	强度计算	检测单元强度计算
砂浆强度	不宜小于 6 个（6 个构件）	测位宜大于 0.3m ² （0.6m×0.6m）	弹 12 个点，每个点连续弹击 3 次，记读第 3 次值 1 个构件 60 点	取中间 10 个值的平均值计算强度，再计算测区的平均值	既有砌体：计算总平均值、1.33 倍的最小值

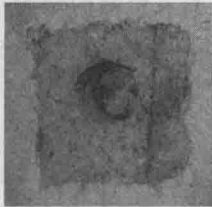
注：检测单元是 1 个楼层、材料品种和设计强度等级均相同

（2）注意点：

- 1) 在钢砧上对回弹仪进行率定时，取连续向下弹击 3 次的稳定回弹平均值，弹击杆应分 3 次旋转，每次旋转宜为 90 度。（注意：不是人旋转）
- 2) 混凝土强度检测时，用钻芯法修正回弹结果，应先在钻芯部位进行回弹，再钻取芯样，将芯样强度与钻芯部位的回弹强度进行比较。



钢砧



钻芯法修正回弹结果

1.8 从结构中取样的问题

在砖砌体中需取砖、砂浆片时，应尽可能从门、窗洞口处取，这样可减轻对结构的不利影响；但对砖、砂浆进行回弹检测时，应尽可能远离门、窗洞口处。

在钻取混凝土芯样时，应避免梁、柱的箍筋加密区，梁的 1/2 高处取，柱的长边一侧取；为避免梁上取芯需搭架子，可选在楼梯间的梁取芯；对于柱，可选柱间距较小的柱。

取钢筋时，宜在顶层且柱间距较小的柱上取，不宜在梁上取；如一定要在梁上取，应避免梁底跨中、梁顶支座处。

1.9 结构不同检测内容不同

(1) 框架结构检测内容

混凝土强度、配筋、截面尺寸；而对框架结构中的填充墙，砖、砂浆强度是次要的，主要在于是否有拉结。

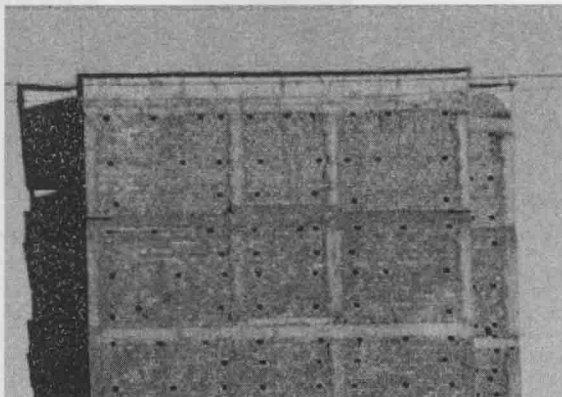
(2) 砖混结构检测内容

砖、砂浆强度为主，如有独立柱再考虑对独立柱混凝土强度、配筋、截面尺寸的检测；而对砖混结构中的圈梁、构造柱混凝土强度是次要的，主要在于有没有圈梁、构造柱。

(3) 钢结构

应重点考虑其钢构件的尺寸、连接、钢材锈蚀情况，构件的变形与挠度，钢结构的支撑情况是否符合设计要求等内容。

对于没有图纸的工程，检测的原则应是保证所检测数据能满足进行结构验算的需要。像材料强度、构件尺寸、轴线间距、结构层高、装修层的做法、隔墙布置等内容。



1.10 超声波检测混凝土缺陷时，如何提高测试准确性

(1) 钢筋混凝土中测缺难度

1) 波长大，超声波容易绕过缺陷；

非金属测缺频率 25~50kHz

超声波波速 $v = \text{频率 } f \times \text{波长 } \lambda$

混凝土声速 = 4 500m/s 频率 $f = 25\text{kHz}$ 波长 $\lambda = 180\text{mm}$

超声波探伤能测到的最小缺陷尺寸约为其波长的 1/2。

2) 超声波会沿钢筋传播；

3) 混凝土本身属于非均质材料。

(2) 提高钢筋混凝土中测缺准确性的方法

1) 采用较高的探头频率；