



建筑物改造设计相关问题探讨

钱伟

河南省建筑科学研究院有限公司

2020年8月

2020年注册结构工程师继续教育课件



钱 伟

工学博士

教授级高级工程师

国家一级注册结构工程师

国家注册土木（岩土）工程师

国家注册监理工程师

国家注册咨询（投资）工程师

工作单位：河南省建筑科学研究院有限公司

联系方式：0371-63824271、13938416551

电子信箱：qwei_2002@163.com

2020年度注册土木（岩土）工程师继续教育课件



目录

CONTENTS

一

既有建筑物的检测相关问题

二

既有结构的评价相关问题

三

既有结构改造设计相关问题

2020年注册结构工程师继续教育课件



一

既有建筑物的检测相关问题

2020年注册结构工程师继续教育课件



1、检测的分类

建筑结构的检测可分为：

(1) 建筑工程质量的检测

(2) 既有建筑结构的性能检测。

(GB/T50344-2019第3.1.1条)

2020年注册结构工程师继续教育课件



1、检测的分类

3.1.2 遇有下列情况时，应委托第三方检测机构进行结构工程质量的检测：

- 1 国家现行有关标准规定的检测；
- 2 结构工程送样检验的数量不足或有关检验资料缺失；
- 3 施工质量送样检验或有关方自检的结果未达到设计要求；
- 4 对施工质量有怀疑或争议；
- 5 发生质量或安全事故；
- 6 工程质量保险要求实施的检测；
- 7 对既有建筑结构的工程质量有怀疑或争议；
- 8 未按规定进行施工质量验收的结构。



1、检测的分类

3.1.4 既有建筑需要进行下列评定或鉴定时，应进行既有结构性能的检测：

- 1 建筑结构可靠性评定；
- 2 建筑的安全性和抗震鉴定；
- 3 建筑大修前的评定；
- 4 建筑改变用途、改造、加层或扩建前的评定；
- 5 建筑结构达到设计使用年限要继续使用的评定；
- 6 受到自然灾害、环境侵蚀等影响建筑的评定；
- 7 发现紧急情况或有特殊问题的评定。



2、检测项目及常用方法

(1) 混凝土强度的检测

(1) 回弹法-

《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T23

(2) 超声回弹综合法-

《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》 CECS 02

(3) 拔出法-

《拔出法检测混凝土强度技术规程》 CECS 69

(4) 钻芯法-

《钻芯法检测混凝土强度技术规程》 CECS 03

其他：后锚固法、拉脱法、剪压法等等



2、检测项目及常用方法

讨论：

- 1、哪种方法比较准确？
- 2、钻芯法很准确？
- 3、关于方法修正。

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、检测项目及常用方法

(2) 钢筋品种和性能的检测

4.3.2 既有结构中钢筋品种可采用下列方法进行判别：

- 1 直读光谱仪测试钢筋主要化学成分的方法；
- 2 按本标准附录J的规定测试钢筋表面硬度的方法；
- 3 采取本条第1款和第2款相结合的方法。

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、检测项目及常用方法

(3) 混凝土中钢筋的检测

4.6.1 混凝土中钢筋检测可分为钢筋位置、钢筋间距或数量、钢筋直径、混凝土保护层厚度和钢筋锈蚀状况等检测分项。

讨论:

- 1、钢筋位置、间距、数量：剔凿检查、电磁法、雷达法
- 2、钢筋直径：取样称重、剔凿原位检测、电磁法
- 3、钢筋锈蚀：取样法、直接测量法、半电池电位法



2、检测项目及常用方法

(4) 砌筑块材

- 1、取样法：各类砌筑块材
- 2、回弹法：烧结普通砖、烧结多孔砖、混凝土小砌块
- 3、钻芯法：石材

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、检测项目及常用方法

(5) 砌筑砂浆

- 1、桶压法：
- 2、点荷法：
- 3、砂浆片局压法：
- 4、回弹法
- 5、贯入法

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、检测项目及常用方法

(6) 砌体力学性能

- 1、直接法检测确定：取样法、钻芯法、推出法、轴压法、扁式液压顶法
- 2、块材、砂浆检测结果推定：
- 3、直接法修正或验证推定：



3、抽样技术

关于统计的几个示例：

➤ 示例1：

25℃时人最适宜；一个人一只脚放在0℃水中，一只脚放在50℃水中；统计学家说，从平均意义上来讲，此人处于最舒服状态。

➤ 示例2：

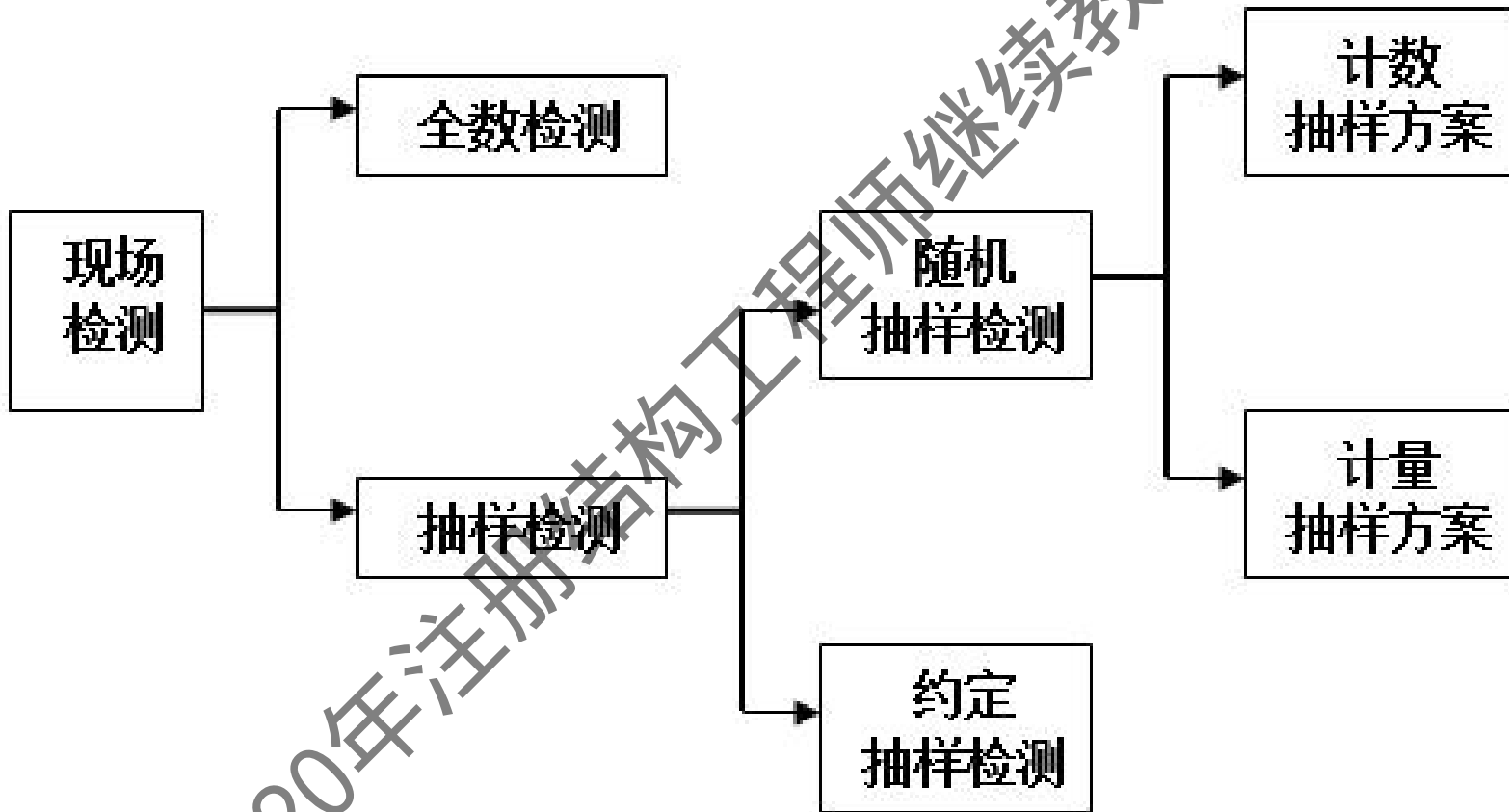
要了解各位的收入水平，通过抽样很难准确反映实际情况，因为各地存在较大差异，**形成不了检验批。**

➤ 示例3：

北京和巴黎的年降水量相同，北京集中降水，巴黎降水均匀，结果北京干燥难耐，巴黎湿润宜人，**变异的重要性。**



3、抽样技术



2020年注册结构工程师继续教育课件



3、抽样技术

➤ 全数检测

要准确了解一个检验批的质量分布情况，只有通过全数检测。

➤ 抽样检测

在**一定置信水平下**了解一个检验批的质量分布情况，可通过抽样检测。

2020年注册结构工程师继续教育课件



3、抽样技术

➤ 遇到下列情况时宜采用全数检测方式：

- ①外观缺陷或表面损伤的检查；
- ②受检范围较小或构件数量较少；
- ③检验指标或参数变异性大或构件状况差异较大；
- ④灾害发生后对结构受损情况的识别；
- ⑤需减少结构的处理费用或处理范围；
- ⑥委托方要求进行全数检测。

特点：不具备统计基础。



3、抽样技术

讨论：是不是有真正意义上的“全面检测”或者“全数检测”？

全数检测并不意味对整个工程的全部构件（区域）进行检测

2020年注册结构工程师继续教育课件



3、抽样技术

➤ 抽样检验的目的

- ① 决定已经生产出来的产品是否合格（质量验收）；
- ② 当制造产品过程一旦不稳定时，可通过检验及时发现问题，以便采取措施使生产过程保持稳定以确保产品质量（过程控制）。
- ③ 确定一批产品的质量特征值。



3、抽样技术

➤ 抽样检验的必要性：

- ①产品的质量检验往往是破坏性的，如混凝土、钢筋的力学性能试验，全数检测是不现实的；
- ②产品的质量检验会产生费用，大量的检验是不经济的。

如何做到既保证被接收批具有一定质量，又可显著节约检验工作量和检验费用，只有依靠抽样检验。



3、抽样技术

➤ 随机抽样的特点

- ① 随机抽样应使检验批中每个个体具有相同的被抽检概率，在抽样前不能预先确定某个个体能否被抽中；
- ② 随意抽样不等于随机抽样；
- ③ 只有随机抽样才能通过样本数据确定或评估检验批总体质量状况和性能指标；
- ④ 随机抽样是争议最小的抽样方法，因此是最节约时间的方法。



3、抽样技术

➤ 约定抽样

由于条件限制或出于特定的检测目的，由委托方确定或由委托方与检测方协商确定的样本抽取方法。

约定抽样检测时，应注明抽样方案的形成过程并提供每个受检个体的检测数据，不宜根据样本数据推定总体性能参数值。

现场检测时，常常会出现约定抽样的情况。

如某批楼板厚度，施工单位和建设方已达成一致，抽检3块进行检测。



3、抽样技术

抽样检测的理论依据

- 概率与统计理论：完整的理论体系
- 参数估计与假设检验

2020年注册结构工程师继续教育课件



3、抽样技术

相关概念：

- 检验批
- 单位产品
- 样本和样本容量
- 合格质量水平和不合格质量水平
- 检查水平

2020年注册结构工程师继续教育课件



3、抽样技术

➤ 抽样方案

由样本大小或样本大小系列和判定数组结合在一起，称为抽样方案。而判定数组由合格判定数 and 不合格判定数或合格判定数系列和不合格判定数系列结合在一起。

2020年注册结构工程师继续教育课件



3、抽样技术

计数抽检方法：从批量产品中**随机抽取**一定数量的单位产品组成样本，检验该样本中每个单位样品的质量，确定其合格或不合格，然后统计合格品数，与规定的“**合格判定数**”进行比较，决定该批产品是否合格的方法。

计量抽检方法：从批量产品中**随机抽取**一定数量的单位产品组成样本，检验该样本每个单位产品的质量，计算样本统计量，然后与规定的标准值或技术要求进行比较，以决定该批产品是否合格的方法。



3、抽样技术

➤ 生产方风险 α 和使用方风险 β

因为不是全数检验，抽样验收要冒风险。

生产方和使用方都希望使自己的风险最小。这就需要合理地选择抽样方案，控制各自的风险。也就是说在抽样检查中，可能会出现两种“错误”或“风险”。

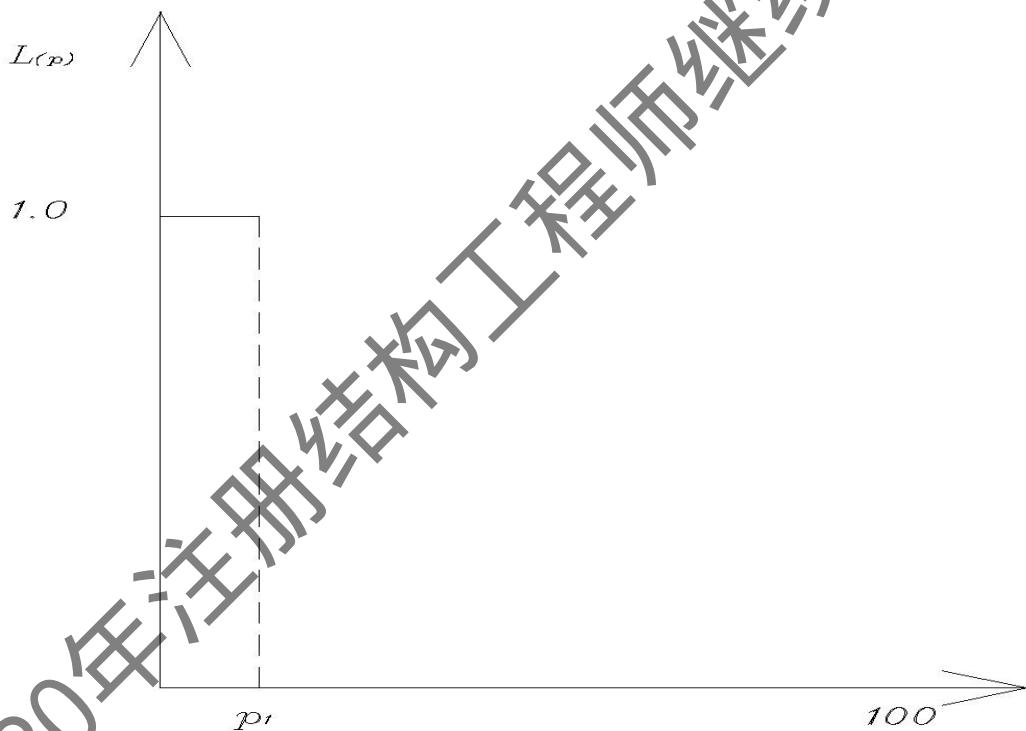
一种是把合格批误判为不合格批的错误，称为“生产者风险”，常记为 α ，一般控制在1%、5%；

另一种是把不合格批误判为合格批的错误，又称为“使用者风险”，常记为 β ，一般应控制在5%、10%。



3、抽样技术

➤ 抽样特性曲线 (OC曲线)



2020年注册结构工程师继续教育课件



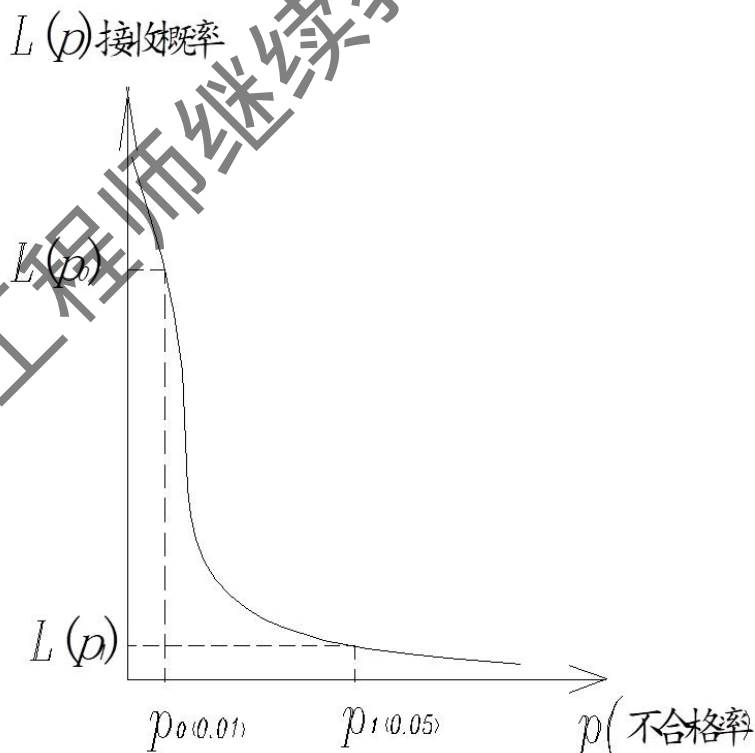
3、抽样技术

➤ 抽样特性曲线 (OC曲线)

$$L(p) = \sum_{i=0}^c C_n^i p^i (1-p)^{n-i}$$

$$\alpha = 1 - L(p_0)$$

$$\beta = L(p_1)$$





4、检测结果的判定和运用

▶计数检测结果的判定和运用

3.5.2 结构工程质量的计数检测结果应按结构设计要求和结构工程施工依据的国家有关标准进行符合性判定。

3.5.4 既有结构性能检测可将计数抽样符合性判定结论用于结构性能的分析。

2020年注册结构工程师继续教育课件



4、检测结果的判定和运用

▶ 计量检测结果的判定和运用

3.5.5 结构工程材料强度计量检测结果的符合性判定应以建筑结构施工图的要求作为评定的基准。

3.5.6 材料强度计量抽样检测批的检测结果宜提供推定区间；推定区间的置信度宜为 0.90，错判概率和漏判概率均宜为 0.05。推定区间的置信度也可为 0.85，漏判概率宜为 0.10，错判概率宜为 0.05。

混凝土强度推定区间为：28.7-30.5MPa (C30)



4、检测结果的判定和运用

▶ 计量检测离散程度的控制

3.5.7 结构材料强度计量抽样检测批推定区间的上限值与下限值之差值，不宜大于材料相邻强度等级的差值和推定区间上限值与下限值算术平均值的 10% 两者中的较大值。

3.5.8 当检测批的检测结果不能满足本标准第 3.5.6 条和第 3.5.7 条的要求时，可提供单个构件的检测结果。

2020年注册结构工程师继续教育课件



4、检测结果的判定和运用

▶ 计量检测离散程度的控制

3.5.7 结构材料强度计量抽样检测批推定区间的上限值与下限值之差值，不宜大于材料相邻强度等级的差值和推定区间上限值与下限值算术平均值的 10% 两者中的较大值。

3.5.8 当检测批的检测结果不能满足本标准第 3.5.6 条和第 3.5.7 条的要求时，可提供单个构件的检测结果。

2020年注册结构工程师继续教育课件



二

既有结构的评价相关问题

2020年注册结构工程师继续教育课件



1、既有房屋安全性鉴定的要求

➤ 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292-2015的要求：

3.1.1 民用建筑可靠性鉴定，应符合下列要求：

1 在下列情况下，应进行可靠性鉴定：

- (1) 建筑物大修前；
- (2) 建筑物改造或增容、改建或扩建前；
- (3) 建筑物改变用途或使用环境前；
- (4) 建筑物达到设计使用年限拟继续使用时；
- (5) 遭受灾害或事故时；
- (6) 存在较严重的质量缺陷或出现较严重的腐蚀、损伤、变形时。



1、既有房屋安全性鉴定的要求

➤ 《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013的要求：

1.0.3 混凝土结构加固前，应根据建筑物的种类，分别按现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 或《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 进行结构检测或鉴定。当与抗震加固结合进行时，尚应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 或《工业构筑物抗震鉴定标准》GBJ 117 进行抗震能力鉴定。

2020年注册结构工程师继续教育课件



1、既有房屋安全性鉴定的要求

➤ 《砌体结构加固设计规范》GB50702-2011的要求：

1.0.3 砌体结构加固前，应根据不同建筑类型分别按现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 等标准的有关规定进行可靠性鉴定。当与抗震加固结合进行时，尚应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 的有关规定进行抗震能力鉴定。



1、既有房屋安全性鉴定的要求

➤ 《建筑抗震加固技术规程》JGJ116-2009的要求：

1.0.3 现有建筑抗震加固前，应依据其设防烈度、抗震设防类别、后续使用年限和结构类型，按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023的相应规定进行抗震鉴定。

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、安全性鉴定与抗震鉴定的关系

➤ 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292-2015第1.0.3条条文说明规定：

对6度以上抗震设防区，可靠性鉴定应与抗震鉴定相结合。

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、安全性鉴定与抗震鉴定的关系

➤讨论:

- 1、可靠性鉴定是否必须与抗震鉴定相结合?
- 2、可靠性尚可,抗震性能存在问题的房屋较多。
- 3、加固改造必须与抗震鉴定结合,必须进行抗震加固?



3、抗震鉴定与后续使用年限

➤ 《建筑抗震加固技术规程》JGJ116-2009的要求：

不同后续使用年限建筑的抗震鉴定方法（1.0.5）

30年：A类建筑抗震鉴定（基本沿用95标准方法）

40年：B类建筑抗震鉴定（相当于89设计规范方法）

50年：C类建筑抗震鉴定（现行设计规范方法）

注意：标准中给出的是最低后续使用年限，有条件时宜选择更长的后续使用年限，不得随意减少后续使用年限（1.0.4）



3、抗震鉴定与后续使用年限

➤ 《建筑抗震加固技术规程》JGJ116-2009的要求：

不同后续使用年限建筑的抗震设防目标（1.0.1）

后续使用年限**50年**的现有建筑，具有与现行国家标准《建筑抗震设计规范》**GB50011**相同的设防目标；后续使用年限少于**50年**的现有建筑，在遭遇同样的地震影响时，其损坏程度略大于按后续使用年限**50年**的建筑。

几点说明：

(1)现有建筑同样要保证大震不倒，但小震可能会有轻度损坏，中震可能损坏较为严重。

(2)上述设防目标是在后续使用年限内具有相同概率保证前提下得到的，因此从概率意义上现有建筑与新建工程的设防目标一致。



3、抗震鉴定与后续使用年限

➤ 讨论

- 1、抗震加固是否可以根据不同的后续使用年限采取措施？
- 2、是否意味着性能的降低？

2020年注册结构工程师继续教育课件



4、GB/T50344-2019提出的结构评价问题

➤有侧移框架柱

4.8.4 使用现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的公式对构件承载力进行评定时，应符合下列规定：

1 有侧移框架柱应使用考虑压弯剪共同作用的计算公式。

采用现有的偏压和受弯构件斜截面承载力计算公式分析压弯剪共同作用的有侧移框架柱的承载力会存在评价价值明显偏高的问题，这也是地震作用下该类构件端部出现破坏的原因之一。



4、GB/T50344-2019提出的结构评价问题

➤悬挑构件支座截面

2 当使用简支构件斜截面承载力的公式对悬挑构件支座截面进行评定时，宜按下列规定使用构件承载力的折减系数：

- 1) 承受均布荷载悬挑构件的斜截面承载力折减系数不宜大于0.8；
- 2) 集中荷载造成的剪力不小于悬挑构件支座总剪力的75%且计算剪跨比不小于1.5时，构件承载力的折减系数不宜大于0.7；
- 3) 集中荷载造成的剪力不小于悬挑构件支座总剪力的50%且计算剪跨比不小于3时，构件承载力的折减系数不宜大于0.8。



4、GB/T50344-2019提出的结构评价问题

➤板柱结构冲切承载力

3 当使用抗冲切的公式对板柱结构柱顶区域的承载力进行评定时，宜按下列规定对冲切承载力使用折减系数：

- 1) 当柱顶区域的弯矩达到受弯承载力的 90% 时，冲切承载力的折减系数不宜大于 0.4；
- 2) 当柱顶区域的弯矩达到受弯承载力的 50% 时，冲切承载力的折减系数不宜大于 0.8；
- 3) 当柱顶区域的弯矩为受弯承载力的 50%~90% 时，冲切承载力的折减系数可采用线性插值的方法确定；
- 4) 当柱顶区域存在着不平衡力矩时，应取最大力矩作为分析比较的弯矩。



三

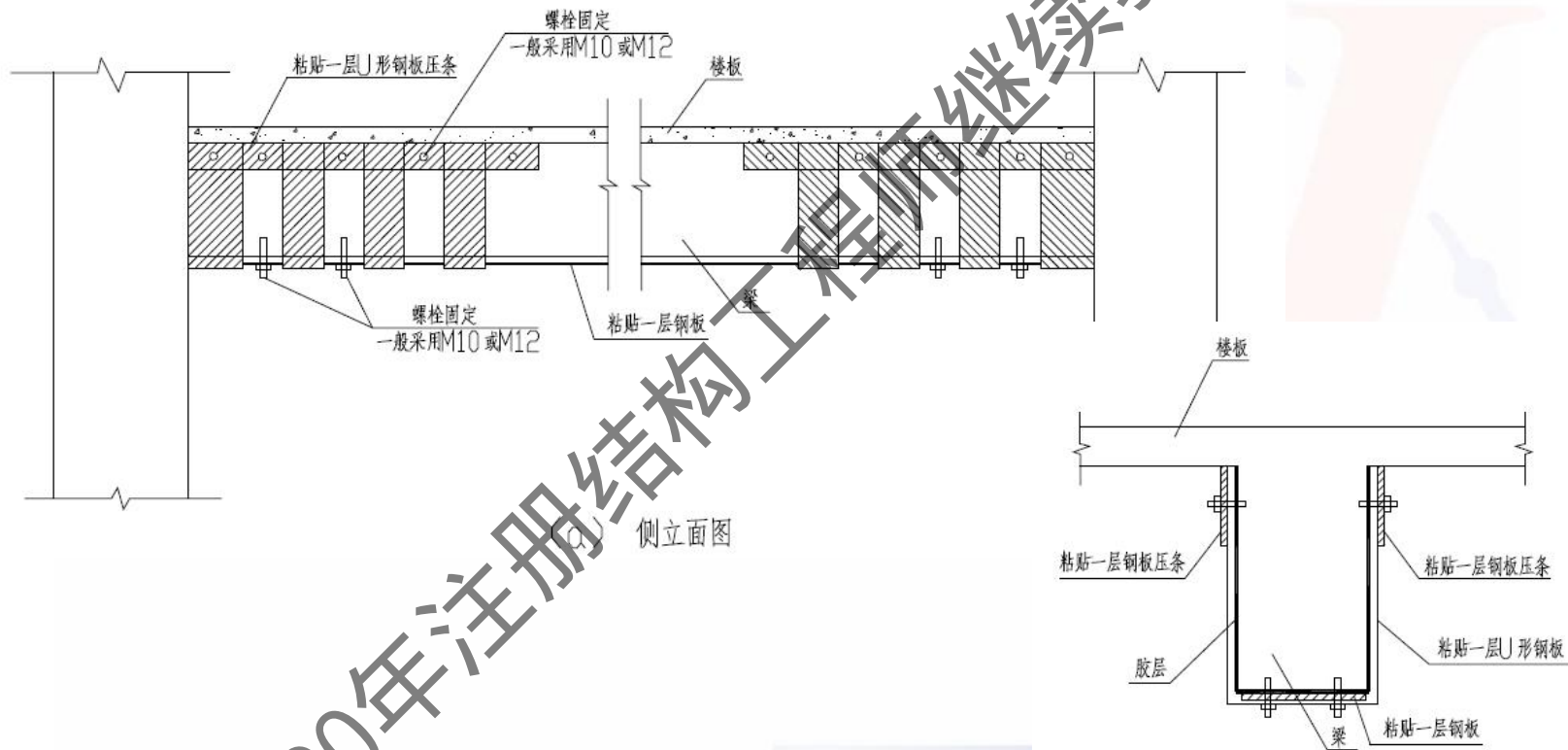
既有结构改造设计相关问题

2020年注册结构工程师继续教育课件



1、常用的加固技术

➤ 粘钢加固



侧立面图

2020年注册结构工程师继续教育课件



1、常用的加固技术

➤粘钢加固

注意事项：

- 1) 承载能力提高的幅度不得大于**40%**;
- 2) 被加固梁的混凝土实际强度等级不应低于**C15**，混凝土表面的受拉粘结强度不应低于**1.5MPa**;
- 3) 在施工及使用过程中，粘贴钢板处温度均不应超过**60°C**。



1、常用的加固技术

➤ 粘贴纤维布加固

- 1) 若纤维复合材料需进行弯折，则应将弯折处混凝土截面棱角通过打磨加以圆化，圆弧半径一般不小于**25mm**；
- 2) 可多层粘贴纤维复合材料，但不应超过三层，且应考虑到多层粘贴对实际粘贴面积进行折减；
- 3) 承载能力提高的幅度不得大于**40%**；
- 4) 被加固梁的混凝土实际强度等级不应低于**C15**；
- 5) 在施工及使用过程中，粘贴纤维处温度均不应超过**60°C**。



1、常用的加固技术

➤外包型钢加固法

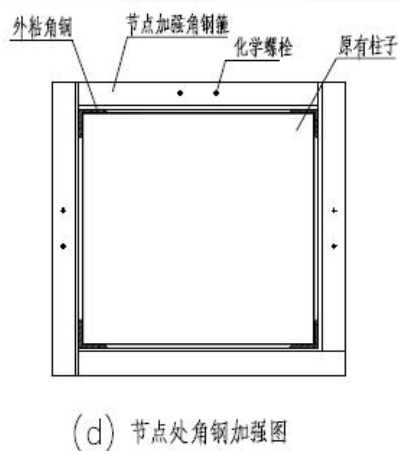
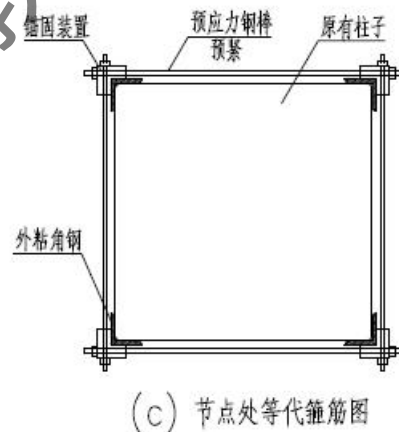
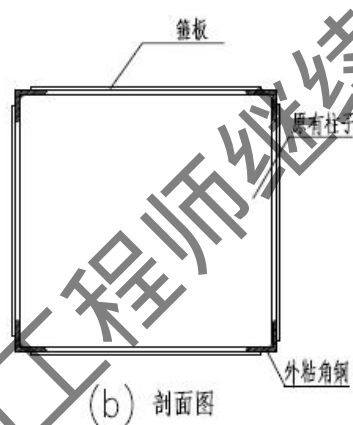
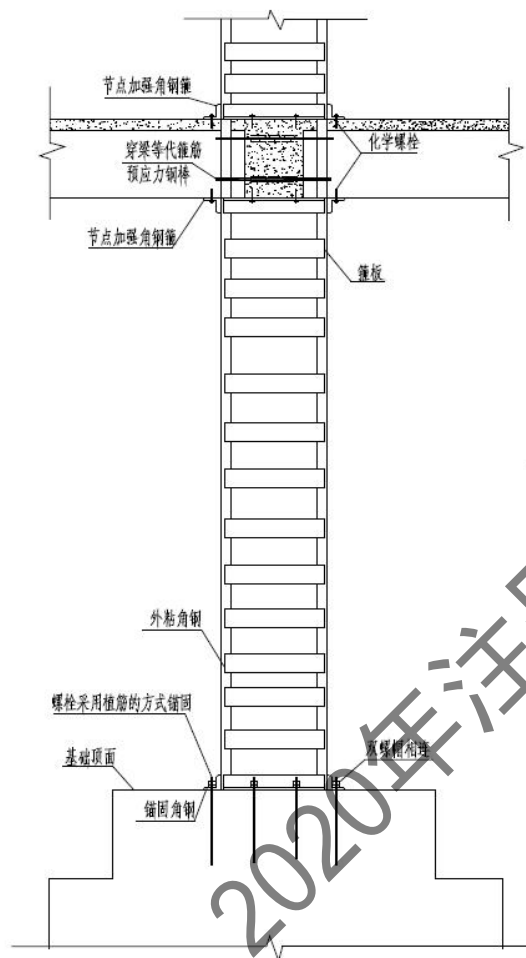
钢筋混凝土构件承载力、延性或刚度不足时，可在截面外围增设型钢的方法对柱进行加固处理，外加型钢优先选择角钢。（可参考**GB50367-2006**外粘型钢加固法）

2020年注册结构工程师继续教育课件



1、常用的加固技术

➤ 外包型钢加固法





1、常用的加固技术

- 增大截面加固法
- 置换混凝土加固法
- 植筋技术
- 裂缝修补技术

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、加固的后续使用年限问题

➤ 《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013的要求：

3.1.2 加固后混凝土结构的安全等级，应根据结构破坏后果的严重性、结构的重要性和加固设计使用年限，由委托方与设计方按实际情况共同商定。

➤ 《砌体结构加固设计规范》GB50702-2011的要求：

3.1.3 加固后砌体结构的安全等级，应根据结构破坏后果的严重性、结构的重要性和加固设计使用年限，由委托方与设计方按实际情况共同商定。



2、加固的后续使用年限问题

➤ 后续使用年限的确定方法:

➤ 《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013的要求:

3.1.7 混凝土结构的加固设计使用年限，应按下列原则确定:

- 1 结构加固后的使用年限，应由业主和设计单位共同商定;
- 2 当结构的加固材料中含有合成树脂或其他聚合物成分时，

2020年注册结构工程师继续教育课件



2、加固的后续使用年限问题

其结构加固后的使用年限宜按 30 年考虑；当业主要求结构加固后的使用年限为 50 年时，其所使用的胶和聚合物的粘结性能，应通过耐长期应力作用能力的检验；

3 使用年限到期后，当重新进行的可靠性鉴定认为该结构工作正常，仍可继续延长其使用年限；

4 对使用胶粘方法或掺有聚合物材料加固的结构、构件，尚应定期检查其工作状态；检查的时间间隔可由设计单位确定，但第一次检查时间不应迟于 10 年；

5 当为局部加固时，应考虑原建筑物剩余设计使用年限对结构加固后设计使用年限的影响。



2、加固材料与耐久性

➤ 加固材料的种类:

➤ 无机材料: 混凝土、钢筋、锚栓等

➤ 有机材料: 结构胶、植筋胶等

➤ 复合材料: 聚合物砂浆等

➤ 目前有机材料的使用经验大致30年, 如果需要使用年限50年, 应按照《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB50728的要求进行耐长期应力作用能力的检验。



感谢各位聆听!

2020年注册

教师继续教育课件

