

上海市地方标准

DB31/T 947—2015

既有民防工程检测评估技术要求

Technical specification of inspection and evaluation for existing
civil air defense engineerings

2015-11-11 发布

2016-01-01 实施



上海市质量技术监督局 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	2
5 基本规定	3
6 防护系统评估	4
6.1 一般规定	4
6.2 防护主体和防护单元评估	5
6.3 防护设备评估	5
6.4 通风系统评估	5
6.5 电气系统评估	6
6.6 给排水系统评估	6
6.7 防护系统评级	6
7 结构检测	7
7.1 一般要求	7
7.2 状态信息要求	8
7.3 历史资料调查基本要求	8
7.4 一般检查	8
7.5 定期检测	8
7.6 特殊检测	10
7.7 专项检测	11
7.8 结构现场原位荷载试验	11
8 结构可靠性与适修性评估	11
8.1 一般规定	11
8.2 既有民防工程结构使用条件核定	12
8.3 既有民防工程防护构件可靠性评估规定	12
8.4 既有民防工程防护子单元可靠性评估	13
8.5 既有民防工程防护单元可靠性评估	15
8.6 既有民防工程可靠性评估	16
8.7 民防工程的结构适修性评估	16
附录 A (规范性附录) 混凝土电阻率的检测方法	18
附录 B (规范性附录) 混凝土中钢筋锈蚀状况的判断与检测	20
附录 C (规范性附录) 既有民防工程结构可靠性评级层次	22
附录 D (规范性附录) 既有民防工程环境作用等级	24
附录 E (规范性附录) 既有民防工程结构承受的荷载组合	25

附录 F (规范性附录) 地基基础子单元评级	26
附录 G (规范性附录) 分层承重子单元评级	27
附录 H (规范性附录) 既有民防工程检测记录表	29
图 A.1 混凝土电阻率测试技术示意图	18
表 1 既有民防工程防护系统评估结果与处置方法	4
表 2 既有民防工程检测评估结果与处置方法	4
表 3 干道、连接通道	5
表 4 防护系统评估组成部分的评级标准	7
表 5 混凝土强度现场检测方法	9
表 6 既有民防工程防护构件承载力评级	12
表 7 既有民防工程防护构件构造评级	12
表 8 分层结构每层的安全性等级	14
表 9 结构整体性等级	14
表 10 围护系统防护子单元安全评级	15
表 11 围护系统正常使用功能等级	15
表 12 既有民防工程可靠性评估	16
表 13 防护单元适修性评级的分级	16
表 A.1 混凝土电阻率对钢筋锈蚀影响程度的评判标准	19
表 B.1 系数的取值	21
表 C.1 既有民防工程结构安全性分级	22
表 C.2 既有民防工程使用性分级	22
表 D.1 一般环境及其作用等级	24
表 D.2 氯化物环境的作用等级	24
表 D.3 化学腐蚀环境的作用等级	24
表 F.1 地基基础的稳定性评级	26
表 F.2 地基基础的承载力评级	26
表 F.3 地基基础的沉降、变形评级	26
表 G.1 防护子单元正常使用采用内部构件评级	27
表 G.2 单建式民防工程的分层承重结构	27
表 G.3 附建式民防工程的分层承重结构	27
表 G.4 防护子单元使用性评级	28

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由上海市民防办公室提出并归口。

本标准起草单位：上海市民防科学研究所、上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司、上海市质量和标准化研究院。

本标准主要起草人：陈海霞、范益群、姚伏华、许海勇、邱丽媛、郦璐、鞠金亮、丁晓波、赵晓燕、李劭晖、康韶玮、王浩。

既有民防工程检测评估技术要求

1 范围

本标准规定了既有民防工程检测评估的基本规定、防护系统评估、结构检测、结构可靠性与适修性评估技术要求。

本标准适用于既有民防工程检测与可靠性评估,工程投入使用还应符合国家现行有关标准的规定。

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 12897—2006 国家一、二等水准测量规范
 GB/T 18204.2 公共场所卫生检验方法 第2部分:化学污染物
 GB 50007 建筑地基基础设计规范
 GB 50009 建筑结构荷载规范
 GB 50038—2005 人民防空地下室设计规范
 GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
 GB 50225—2005 人民防空工程设计规范
 GB 50292 民用建筑可靠性鉴定标准
 GB/T 50315 砌体工程现场检测技术标准
 GB/T 50344 建筑结构检测技术标准
 GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计规范
 GBJ 82 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法
 DG/TJ 08-2020 结构混凝土抗压强度检测技术规程
 DG/TJ 08-804-2005 既有建筑物结构检测与评定标准
 JGJ 8 建筑变形测量规范
 JGJ/T 23 回弹法检测混凝土抗压强度技术规程
 JGJ 94—2008 建筑桩基技术规范
 JTJ 270 水运工程混凝土试验规程
 RFJ 04—2009 人民防空工程防护设备试验测试与质量检测标准
 CECS 02 超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程
 CECS 03 钻芯法检测混凝土强度技术规程
 CECS 21 超声法检测混凝土缺陷技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

民防工程 civil air defense engineering

为保障战时人员与物资掩蔽、人民防空指挥、医疗救护等而单独修建的地下防护建筑,以及结合地

面建筑修建的战时可用于防空的地地下室。

3.2

既有民防工程 existing civil air defense engineering

已经竣工验收合格并交付使用的民防工程。

3.3

防护主体 protective main part

民防工程中能满足战时防护及其主要功能要求的部分。对于有防毒要求的民防工程,其主体指最里面一道密闭门以内的部分。

3.4

口部 gateway

防空地下室的主体与地表面,或与其他地下建筑的连接部分。对于有防毒要求的防空地下室,其口部指最里面一道密闭门以外的部分,如扩散室、密闭通道、防毒通道、洗消间(简易洗消间)、除尘室、滤毒室和竖井、防护密闭门以外的通道等。

3.5

防护单元 protective unit

民防工程中防护设施和内部设备均能自成体系的使用空间。

3.6

防护子单元 protective sub-unit

防护单元中细分的单元,一般可按地基基础、分层承重结构和围护系统划分为三个子单元。

3.7

防护构件 protective member

防护子单元中可以进一步细分的基本鉴定单位,它可以是单件、组合件或一个片段。

3.8

防护设备 protective equipment

设于工程人员、设备出入口和进(排)风、排烟道口部,防护单元分区外,用以阻挡或削弱冲击波、阻挡生化毒剂进入的设备。

3.9

目标使用期 object serviceable life

根据结构已使用年限、历史、现状和未来使用要求所确定的民防工程期望继续使用期。

3.10

既有民防工程结构可靠性 reliability of existing civil air defense engineering structures

既有民防结构及其组成部分的安全性、使用性及耐久性。

3.11

既有民防工程结构的适修性 repairsuitability of existing civil air defense engineering

通过检测评估,既有工程是否有修复价值的评估结论。

4 符号

下列符号适用于本文件。

R ——结构构件承载力设计值;

$R(\cdot)$ ——结构构件承载力函数;

j ——构件的安全性等级,为 a'_u 、 b'_u 、 c'_u 或 d'_u 级;

n_j ——安全性处于 j 级的构件数;

ij —— j 级构件的编号；
 A'_u, B'_u, C'_u, D'_u ——防护子单元的安全性等级；
 A_s, B_s, C_s ——防护子单元的使用性等级；
 $A'_{su}, B'_{su}, C'_{su}, D'_{su}$ ——防护单元的安全性等级；
 A'_r, B'_r, C'_r, D'_r ——防护构件的适修性等级；
 $A'_{sr}, B'_{sr}, C'_r, C'_{sr}$ ——防护单元的适修性等级；
 S_{Gk} ——永久荷载效应标准值；
 S_{Qk} ——等效静荷载效应标准值；
 a'_u, b'_u, c'_u, d'_u ——防护构件的安全性等级；
 a_s, b_s, c_s ——防护构件的使用性等级；
 a_d, b_d ——防护构件的耐久性等级；
 f_{cd} ——混凝土动力强度设计值；
 f_{yd} ——钢筋(钢材)动力强度设计值；
 γ_0 ——结构重要性系数,可取 1.0；
 γ_G ——永久荷载分项系数,当其效应对结构不利时可取 1.2,有利时可取 1.0；
 γ_Q ——等效静荷载分项系数,可取 1.0；
 a_k ——几何参数标准值；
 ω_{ij} ——第 ij 号构件的权重。

5 基本规定

5.1 一般规定

5.1.1 既有民防工程检测评估包括：

- a) 定期检测与评估；
- b) 功能改造的检测与评估；
- c) 遭遇突发事件或非正常状态下的检测与评估；
- d) 超正常工作年限的检测与评估。

5.1.2 既有民防工程检测评估内容应包括：

- a) 防护系统评估；
- b) 结构检测；
- c) 结构可靠性与适修性评估。

5.1.3 既有民防工程结构检测应查明其使用条件及其变化、查验与检测既有民防工程结构及其材料的性能、分析结构及其材料的性能变化。

5.1.4 灾后及突发事故后的应急评估宜根据本标准单独制定专门的评估方案。

5.2 既有民防工程检测评估工作程序

5.2.1 检测评估应按照下列程序进行：

- a) 工程初步调查；
- b) 确定检测评估范围和内容；
- c) 工程防护系统评估；
- d) 工程结构检测；
- e) 工程结构可靠性与适修性评估；
- f) 检测评估报告。

5.2.2 工程初步调查应包括下列基本工作内容：

- a) 工程概况。建设时间、建筑面积、结构类型、原设计的防护等级、平时与战时的用途等；
- b) 图纸资料。工程地质勘察报告、工程施工图、设计变更、施工记录、竣工图、施工验收等资料；
- c) 使用历史。使用期间的维修、加固改造情况和用途变更情况；
- d) 工程现状。工程环境条件、工程质量和工程损伤状况；
- e) 工程初步调查报告。

5.2.3 检测评估报告应包括下列内容：

- a) 工程概况；
- b) 防护系统评估；
- c) 结构检测；
- d) 检测、分析的主要结果；
- e) 结构可靠性与适修性评估；
- f) 检测评估结论和建议；
- g) 附件(调查报告、现场检测报告等过程性文件)。

5.2.4 检测评估范围和内容应根据工程初步调查结果确定，包括需进行详细调查的对象和需进行现场检测的项目。

5.2.5 应首先进行工程防护系统评估，根据防护系统评估结论，确定工程结构检测的范围和内容。防护系统评估结论按表 1 的分级处置方法采取措施。

表 1 既有民防工程防护系统评估结果与处置方法

防护系统等级	处置方法
A	作为民防工程继续使用，无需进行结构检测
B	应进行结构检测并经改造达到等级工程后作为民防工程继续使用
C	无法作为民防工程继续使用，应进行结构检测，评估确定是否作为普通地下室使用
D	进行废置处理

5.2.6 既有民防工程检测评估结论应根据结构可靠性的评估结果确定，按表 2 的分级处置方法采取措施。

表 2 既有民防工程检测评估结果与处置方法

检测评估等级	结构可靠性等级	处置方法
I	良好	无需处理，可作为民防工程继续使用
II	较好	经改造修补后，可作为民防工程继续使用
III	合格	不可作为民防工程继续使用，结构经改造修补后，可作为普通地下室使用
IV	不合格	进行废置处理

6 防护系统评估

6.1 一般规定

6.1.1 防护系统评估的组成部分有：防护主体和防护单元评估、防护设备评估、通风系统评估、电气系

统评估和给排水系统评估。

6.1.2 防护系统评估除应符合 6.2~6.7 的规定外,还应符合 GB 50225、GB 50038 和 RFJ 04—2009 的相关规定。

6.2 防护主体和防护单元评估

6.2.1 战时使用的出入口设置应符合下列规定:每个防护单元不应少于两个出入口(不包括竖井式出入口、防护单元之间的连通口),其中至少有一个室外出入口(竖井式除外)。战时主要出入口应设在室外出入口。出入口设置还应符合 GB 50038—2005 中 3.3 的相关规定。

6.2.2 每个防护单元的防护设备和内部设备应自成系统。

6.2.3 两相邻防护单元之间应至少设置一个连通口。

6.2.4 医疗救护工程、专业队队员掩蔽部、人员掩蔽工程和食品站、生产车间、区域供水站、柴油电站、物资库、警报站等战时室内有人员停留的民防工程,其顶板、临空墙等应满足最小防护厚度的要求。

6.2.5 民防工程的室内净高应满足战时和平时使用要求,并应符合下列规定:

- a) 有人长期停留的民防工程,室内净高不得小于 2.4 m;
- b) 车辆掩蔽工程的室内梁底和管底净高不得小于 2.2 m,并应大于车高 0.2 m;
- c) 其他民防工程的室内梁底和管底净高不得小于 2.0 m。

6.2.6 民防工程通道的净宽度和净高度应符合表 3 的规定。

表 3 干道、连接通道

单位为米

项 目	净 宽	净 高	拱脚高
主干道、支干道	≥ 2.0	≥ 2.6	≥ 1.6
连接通道	≥ 1.5	≥ 2.4	

6.2.7 上部建筑的生活污水管、雨水管、燃气管不得进入民防工程。各种穿墙管要符合防护密闭要求。进入防空地下室的管道及其穿过的人防围护结构,均应采取防护密闭措施。穿过屏蔽墙和进入屏蔽室的管线应采取相应的防电磁脉冲措施。穿过民防工程顶板、临空墙和门框墙的管道,其公称直径不宜大于:附建式民防工程为 150 mm;单建式民防工程为 100 mm。

6.3 防护设备评估

6.3.1 出入口防护门、防护密闭门和密闭门的设置应符合 GB 50225—2005 中 4.5.2、4.5.6 或 GB 50038—2005 3.3.6 的规定。

6.3.2 防护设备应选用经国家批准的定型产品。当选用的防护设备无对应抗力级别的定型产品时,不得用两道或多道低抗力的防护设备代替。

6.3.3 防护设备的防护能力和密闭性能应按 RFJ 04—2009 进行检测。

6.4 通风系统评估

6.4.1 民防工程的通风系统应确保战时防护要求,并应满足战时和平时使用要求。

6.4.2 民防工程的通风系统应与上部建筑的通风系统分开设置。

6.4.3 防化级别为甲、乙、丙级的工程应设置有清洁通风、滤毒通风和隔绝防护式的内循环通风;防化级别为丁级的工程,应设置有清洁通风和隔绝通风。

6.4.4 防化级别为甲级的工程进风系统,应设有油网滤尘器、预滤器和过滤吸收器;防化级别为乙、丙级的工程进风系统,应设有油网滤尘器和过滤吸收器;防化级别为丁级的工程进风系统,应设有油网滤

尘器。

6.4.5 室外通风口应采取防雨、防堵及防倒塌等措施。室外进风口的下沿距地坪距离不宜小于 2 m,当布置在绿化地带时,不宜小于 1 m。

6.4.6 厕所、盥洗室、污水泵间等房间的机械排风系统,应单独设置。

6.5 电气系统评估

6.5.1 电气负荷除应满足战时用电的需要外,还应满足平时用电的需要。

6.5.2 民防工程内安装的变压器、断路器、电容器等电器设备,应采用无油、防潮设备。

6.5.3 民防工程内的各种动力配电箱、照明箱、控制箱,不得在外墙、临空墙、防护密闭隔墙、密闭隔墙上嵌墙暗装。若必须设置时,应采取挂墙式明装。

6.5.4 采用电缆桥架敷设电缆时,电缆桥架严禁直接穿过围护结构、防护密闭墙、密闭墙等。

6.5.5 战时照明应包括正常照明和应急照明;平时照明应包括正常照明、应急照明和值班照明,出入口处应有过渡照明。应急照明应包括疏散照明、安全照明和备用照明。

6.5.6 从防护区引到非防护区的照明回路,应在最外一道防护密闭门内侧、临战封堵处内侧,单独设置短路保护装置或单独设置照明回路。

6.5.7 下列工程应在工程内部设置柴油电站:中心医院、急救医院;救护站、防空专业队工程、人员掩蔽工程、配套工程等民防工程,建筑面积之和大于 5 000 m²。

6.5.8 由室外地下进、出民防工程的强电或弱电线路,应分别设置强电或弱电防爆波电缆井。防爆波电缆井宜设置在紧靠外墙外侧。

6.6 给排水系统评估

6.6.1 每个防护单元均应设有独立的给水、排水系统。

6.6.2 给排水管道穿过民防工程围护结构时,应采取防护密闭、防不均匀沉降和防水措施。

6.6.3 有人员掩蔽功能的防护单元,应设有战时储水池(箱)或其他储水容器。上海作为人民防空Ⅰ类重点城市,战时使用的储水箱(池),应符合下列规定:二等人员掩蔽工程,宜一次性施工安装到位;其他工程应一次性施工安装到位。

6.6.4 给水管道管材应符合下列规定:

- a) 穿越工程围护结构和防护密闭墙的给水管道应采用金属管;
- b) 穿过密闭墙的给水管道应做密闭处理。

6.6.5 给水管道上防护阀门的设置及安装应符合下列要求:

- a) 当给水管道从出入口引入时,应在防护密闭门的内侧设置;当从围护结构引入时,应在围护结构的内侧设置;穿过防护单元之间的防护密闭隔墙时,应在防护密闭隔墙两侧的管道上设置;
- b) 防护阀门的公称压力不应小于 1.0 MPa;
- c) 防护阀门应采用阀芯为不锈钢或铜材质的闸阀或截止阀。

6.6.6 排水管道敷设、管材应符合下列规定:

- a) 穿越工程围护结构和防护密闭墙的排水管道应采用钢管或孔网钢带管;
- b) 机械排水的出户管应在工程内侧设置闸阀;穿过密闭墙的排水管道应做密闭处理。

6.6.7 污水泵出水管上应设置阀门和止回阀,管道在穿过围护结构时,应在围护结构内侧设置公称压力不小于 1.0 MPa 的铜芯闸阀。围护结构内侧距离阀门的近端面不宜大于 200 mm。

6.7 防护系统评级

6.7.1 防护系统评估组成部分的评级标准应按表 4 的规定。

6.7.2 防护系统的评估标准,应根据各组成部分的等级进行评定,取其最低等级作为防护系统的评估

等级。

表 4 防护系统评估组成部分的评级标准

项目	等级			
	A	B	C	D
防护主体和防护单元	出入口设置、建筑布置、防护厚度、室内净高、通道等符合现行人防规范要求	出入口设置、建筑布置、防护厚度、室内净高、通道等不符合现行人防规范要求,但经改造后达到等级工程	出入口设置、建筑布置、防护厚度、室内净高、通道等不符合现行人防规范要求,但改造后符合普通地下室要求	出入口设置、建筑布置、防护厚度、室内净高、通道等不符合普通地下室要求,且无法改造
防护设备	防护设备符合现行人防规范要求	防护设备不符合现行人防规范要求,经维修后满足现行人防规范要求	防护设备无法满足现行人防规范要求,且无法维修	—
通风系统	通风系统符合现行人防规范要求	通风系统不符合现行人防规范要求,经维修后满足现行人防规范要求	通风系统不符合现行人防规范要求,经维修后满足普通地下室要求	通风系统不符合普通地下室要求,且无法维修改造
电气系统	电气系统符合现行人防规范要求	电气系统不符合现行人防规范要求,经维修后满足现行人防规范要求	电气系统不符合现行人防规范要求,经维修后满足普通地下室要求	电气系统不符合普通地下室要求,且无法维修改造
给排水系统	给排水系统符合现行人防规范要求	给排水系统不符合现行人防规范要求,经维修后满足现行人防规范要求	给排水系统不符合现行人防规范要求,经维修后满足普通地下室要求	给排水系统不符合普通地下室要求,且无法维修改造

7 结构检测

7.1 一般要求

7.1.1 民防工程结构检测可分为日常检查、定期检查、特殊检测及专项检测:

- 日常检查。对民防工程结构内部外观状况进行的日常巡视检查。通过一般检查,应及时发现早期破损、显著病害或其他异常情况,并确定对策措施。
- 定期检查。按规定周期对民防工程结构的基本技术状况进行的全面检查。通过定期检查,应系统掌握结构基本技术状况,评估结构的可靠性,为制定养护工作计划提供依据。
- 特殊检测。在民防工程结构遭遇袭击、发生事故或出现其他异常事件后,对遭受影响的结构立即进行的详细检查。通过特殊检查,应及时掌握结构受损情况,为采取对策措施提供依据。
- 专项检测。根据一般检查和定期检查的结果,对需要进一步判明损坏原因、缺损程度或使用能力的结构,针对病害进行有针对性的原位试验检测、检算及分析等工作。

7.1.2 定期检查、特殊检测及专项检测宜由有相关检测资质的单位承担。

7.1.3 定期检查时应为民防工程结构的基本状况进行检查,能系统掌握民防工程结构基本状况,评估结构的可靠性,为制定养护工作计划提供依据。

7.2 状态信息要求

宜对所有民防工程结构建立基本状态资料卡片,将相关信息输入数据库,建立永久性档案。

7.3 历史资料调查基本要求

民防工程结构历史资料调查应包括设计资料、施工资料和营运资料,此外,尚应向比较了解民防工程使用历史和现状的人员进行调查。

- a) 设计资料:
 - 1) 工程勘察报告;
 - 2) 设计计算书及有关设计图纸;
 - 3) 结构施工图。
- b) 施工资料:
 - 1) 施工记录及材料试验资料;
 - 2) 地基与基础的试验资料;
 - 3) 竣工图及说明书;
 - 4) 竣工质量检测及验收文件。
- c) 营运资料:
 - 1) 维护记录;
 - 2) 受灾情况及其处置措施;
 - 3) 历史调查、维修及加固改造的资料、照片和图纸。

7.4 一般检查

7.4.1 一般检查的周期宜根据民防结构的技术状况而定,一般每周不得少于1次。

7.4.2 一般检查以目测为主,或辅以简单的工具进行,在现场填写“既有民防工程一般检查记录表”(见附录H),估计缺损范围,提出相应的维修措施,为制定进一步的检查计划提供依据。

7.4.3 一般检查宜包括以下内容:

- a) 民防工程主体结构外观状况是否完好;
- b) 民防工程主体结构渗漏水状况;
- c) 民防结构内防护设备、通风设备、电气设备以及给排水设施等是否完好;
- d) 周围施工环境状况;
- e) 其他明显的病害。

7.4.4 一般检查的报告内容应包含以下几点:

- a) 调查民防工程结构的实际使用状况,现场核对文件资料记录;
- b) 征询工程建设和运营管理相关人员的意见;
- c) 开展进一步检查的意见和建议。

7.5 定期检测

7.5.1 结构定期检测主要包括材料力学性能检测、材料耐久性检测、结构完整性检测、结构变形检测、结构使用环境检测及结构原位荷载试验;定期检测应完成一般检查的所有检查内容;定期检测每2年进行一次。

7.5.2 材料力学性能检测主要是混凝土强度和砌体强度的检测:

- a) 混凝土材料的力学性能检测主要为强度测试,可采用现场测试或现场取样室内检测的方法。当现场条件满足时应取样检测;

b) 砌体材料的力学性能检测主要是对强度进行检测。

混凝土材料力学性能检测要求如下：

- a) 混凝土材料强度检测，宜在承重构件中进行抽样检测，抽样方案可参照 GB/T 50344 进行；
- b) 混凝土材料的力学性能检查宜针对材料的强度进行，可采用现场测试或现场取样室内检测的方法。当现场条件满足时应取样检测；
- c) 混凝土材料强度检测宜采用回弹法和超声回弹综合法，相应的操作应按照 JGJ/T 23 和 DG/TJ 08-2020 的规定进行；当对混凝土强度检测结果有怀疑时，可采用超声回弹综合法检测；对长龄期混凝土材料，当具备用钻芯试件做强度校核时，可采用钻芯法检测；
- d) 当被测混凝土强度不适合采用回弹法或超声回弹综合检测时，可采用钻芯法或射钉法，各方法相应的操作应按照 CECS 03 和 JTJ 270 的规定进行；
- e) 各检测方法的适用条件如表 5。

表 5 混凝土强度现场检测方法

检测项	适用范围	依据
回弹法	不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的长龄期混凝土强度的检测	JGJ/T 23 DG/TJ 08-2020
超声回弹法	不适用于检测因冻害、化学侵蚀、火灾、高温等已造成表面疏松、剥落的长龄期混凝土	CECS 02
钻芯法	适用于混凝土强度等级高于 C10 的结构检测；不适用于外墙、顶板、底板的强度检测	CECS 03 DG/TJ 08-2020
射钉法	适用于强度等级为 C10~C40 的混凝土；不适用于外墙、顶板、底板的强度检测	JTJ 270

砌体材料力学性能检测要求如下：

- a) 砌体材料力学性能进行检测时，宜在承重构件中进行抽样检测，抽样方案可参照 GB/T 50344 进行；
- b) 砌体抗压强度检测可采用直接法或间接法，检测方法参照 GB/T 50315 进行。

7.5.3 材料耐久性能检测：

- a) 材料耐久性能检测主要是对混凝土结构的碳化状况、混凝土电阻率、钢筋锈蚀情况等进行；
- b) 混凝土碳化深度检测可采用喷涂酚酞酒精溶液或彩虹试剂的方法进行，具体方法可参考 JGJ/T 23；
- c) 对混凝土中氯离子含量、硫酸根离子含量的检测应取样进行，具体方法可参照 DG/TJ 08-804-2005 执行；
- d) 宜对结构重要构件或主要受力部位的混凝土电阻率进行检测，可采用四电极法，具体方法可见附录 A 执行；
- e) 混凝土中钢筋锈蚀状况可采用半电池电位法并见附录 B 进行检测。

7.5.4 结构完整性检测：

- a) 应对人防工程结构整体进行外观损伤检测。混凝土结构的表观损伤检测内容主要包括露筋、空洞、夹渣、连接部位状况等。砌体人防结构的表观损伤检测内容为裂缝、块体和砂浆的粉化等。检测以目力测试为主，并辅以简单的量测工具。检测结果应填入“既有民防工程结构表观损伤记录表”（见附录 H）；
- b) 应对人防工程结构整体进行裂缝的检测。检测时应记录裂缝产生的位置、数目、长度、走向、最大宽度、深度等，并填写“既有民防工程混凝土裂缝记录表”（见附录 H）。检测以目力测试为

主,并辅以简单的量测工具。裂缝深度检测可采用超声波法或雷达法,并参照 CECS 21 执行;

- c) 宜观察与测量钢构件或其他金属结构保护涂层的完整状态;
- d) 钢构件或其他金属结构应注意观察构件切断、槽口以及焊接部位的放射裂缝,内部损伤检测可参照 GB 50205 执行;
- e) 宜对混凝土中钢筋分布状况检测,检测方法如下:
 - 1) 宜对民防工程结构主要钢筋混凝土受力构件中钢筋位置、数量、直径和种类进行检测;
 - 2) 检测时可采用电磁感应法或雷达波法进行,关键部位宜凿开混凝土抽查;
 - 3) 宜对混凝土保护层厚度进行抽查。检测测区宜均匀布置,每构件上的测区数不宜少于 3 个,当最大值与最小值之差超过平均值的 20% 时,应增加检测样本;当构件的最大尺寸大于 5 m 时,可适当增加测区数量。

7.5.5 结构变形检测:

- a) 应对民防工程结构主要构件的尺寸进行量测和复核;
- b) 民防工程结构的变形检测应针对结构沉降、倾斜、水平构件的挠度、竖直构件的垂直度以及节点的变形进行;
- c) 民防工程结构沉降检测应符合 GB/T 12897—2006 的要求;相关的技术要求可参见 JGJ 8;
- d) 民防工程内部结构的倾斜检测应测定结构顶部相对于底部或各层间上部相对于下部的水平位移,分别计算整体或各层的倾斜度以及倾斜方向;
- e) 应注意检测钢构件或其他金属结构的屈曲或扭曲,检测方法可参照 GB 50205 的相关规定执行。

7.5.6 使用环境检测主要是对物理环境和化学环境的检测,其主要检测内容如下:

- a) 物理环境检测宜针对民防工程结构各防护单元内部的温度和湿度进行;
- b) 化学环境检测宜针对民防工程结构内空气中的 CO₂ 进行,并测定其含量。对 CO₂ 含量检测宜采用气象色谱法,并参考 GB/T 18204.2 执行。

7.6 特殊检测

7.6.1 民防工程结构的特殊检测宜在以下情况下进行:

- a) 定期检测中难以判明损坏原因及程度的结构;
- b) 结构技术状况判定为合格者;
- c) 拟进行加固改造或根据需要进行改建的结构;
- d) 当结构遭受袭击或发生其他异常事件后。

7.6.2 民防工程结构特殊检测宜针对以下内容进行:

- a) 结构材料缺损状况评价;
- b) 结构整体性能、功能状况评估。

7.6.3 特殊检测应根据民防工程结构遭受破坏的性质,采用相应的检测设备进行现场及实验室内的详细检测和分析。

7.6.4 特殊检测报告宜包括以下内容:

- a) 民防工程结构的基本概况,检测单位、检测时间和检测过程;
- b) 民防工程结构现状技术状况、检测及试验项目和方法、检测数据分析和结构技术状况评价;
- c) 分析结构检测部位的损坏原因及程度,评估结构继续使用的安全性;
- d) 提出结构和局部构件的维修、加固或改造的建议,提出维护管理措施;
- e) 对于改扩建结构,应有依据改扩建后结构方案的结构验算结论。

7.6.5 对特殊检测不符合要求的民防工程结构,在维修加固之前,应限制使用,并定期监测结构变化,并出具监测报告。

7.7 专项检测

7.7.1 专项检测实施前,检测人员应对相关工程资料、历次结构检测报告、历次维修资料、专项检测的原因等进行调研,分析结构发展变化的原因,确保检测结果准确可靠。

7.7.2 专项检测的报告内容宜包括检测的主要过程、检测项目和内容、检测方法、数据处理和分析结果、结构的技术状况评价、相关病害成因分析及维修建议等。

7.8 结构现场原位荷载试验

7.8.1 当需要通过试验检验既有民防工程结构受弯构件的承载力、刚度或抗裂度等结构性能时,或对结构的理论计算模型进行验证时,可进行现场原位荷载试验。

7.8.2 进行现场试验的构件应为整体结构中具有代表性的构件,并且该构件宜为位于结构受荷最大、最薄弱的部位。

7.8.3 结构原位荷载试验工作复杂细致,应制定切实可行的试验方案,并明确以下内容:

- a) 试验目的;
- b) 准备工作;
- c) 荷载加载方案;
- d) 关键参数测点布设与观测方法;
- e) 加载控制与安全措施。

7.8.4 民防工程结构混凝土受弯构件承载力检验、挠度检验以及抗裂度检验方法与标准均参照 DG/TJ 08-804-2005 相应条款执行。

8 结构可靠性与适修性评估

8.1 一般规定

8.1.1 既有民防工程结构的可靠性评估应建立在作为民用建筑可靠性评估的基础之上。

8.1.2 既有民防工程结构的可靠性评估一般包括以下内容:

- a) 防护构件的承载能力、正常使用性能及耐久性评级;
- b) 防护单元安全性、正常使用性及耐久性评级;
- c) 防护单元的安全性、正常使用性及耐久性评级;
- d) 既有民防工程结构可靠性评估与分类;
- e) 既有民防工程结构的适修性评估。

8.1.3 既有民防工程作为民用建筑评估安全性,其荷载应符合 GB 50009 中的相关规定。

8.1.4 当验算结构或构件的承载能力时,应遵守下列规定:

- a) 甲类民防工程结构应能承受常规武器爆炸动荷载和核武器爆炸动荷载的分别作用,乙类民防工程结构应能承受常规武器爆炸动荷载的作用。对常规武器爆炸动荷载和核武器爆炸动荷载,设计时均按一次作用;
- b) 甲类和乙类防空地下室结构应分别按 GB 50038 规定的荷载(效应)组合进行设计,并应取各自的最不利的效应组合作为设计依据。其中平时使用状态的荷载(效应)组合应按国家现行有关标准执行;
- c) 活荷载可参照 DG/TJ 08-804-2005 按目标使用期进行适当折减;
- d) 结构构件承载能力验算计算模型,应符合其实际受力与构造状况;
- e) 结构上的作用,应经调查或检测核实,并按附录 E 的规定取值;
- f) 当结构受到温度、变形等作用,且对其承载有显著影响时,应计入由之产生的附加内力;

- g) 构件材料强度的标准值应根据结构的实际状态,按下列原则确定;
 - h) 原设计文件有效,且不怀疑结构有严重的性能退化或设计施工偏差,可采用原设计标准值;
 - i) 调查表明实际情况不符合前款的要求,应按第 7 章的规定进行现场检测,并按 GB 50292 的规定确定其标准值;
 - j) 结构或构件的几何参数应采用实测值,并应计入锈蚀、腐蚀、风化局部缺陷或缺损以及施工偏差等的影响;
 - k) 当需检查设计责任时,应按原设计计算书、施工图及竣工图重新进行一次复核。
- 8.1.5 既有民防工程的可靠性评估应按 8.1.6~8.1.8 划分的层次以其结构可靠性评估和正常使用性能的评估结果为依据逐层进行。
- 8.1.6 既有民防工程安全性评级的各层次分级,应按附录 C 的规定采用。
- 8.1.7 既有民防工程使用性能评估的各层次分级,应按附录 C 的规定采用。
- 8.1.8 当既有民防工程出现影响防护功能的较大外部条件变化时,应进行专门的研究与评估。

8.2 既有民防工程结构使用条件核定

- 8.2.1 既有民防工程使用中结构所受荷载作用的确认,应按下列规定执行:
- a) 应核定既有民防工程结构所受荷载类型及荷载作用与设计文件规定的一致性;
 - b) 应分析温度变化、差异变形等间接作用的组合效应;
 - c) 既有民防工程使用历程中非正常使用条件下的作用及效应,应设专项研究。
- 8.2.2 既有民防工程使用环境类别与作用等级的确认应按附录 D 规定执行。

8.3 既有民防工程防护构件可靠性评估规定

- 8.3.1 顶板、临空墙等各防护构件的构造及尺寸,应符合 GB 50292、GB 50038 及 GB 50225 规定。
- 8.3.2 防护构件的安全性评估,应按承载能力、构造以及不适于继续承载的位移或变形和裂缝等四个检测项目,分别评估每一受检构件的等级,并取其中最低一级作为该构件安全性等级。
- 8.3.3 当防护构件的安全性按承载能力进行等级评估时,应按表 6 的规定,分别评估每一验算项目的等级,然后取其中最低一级作为该构件承载能力的安全性等级。

表 6 既有民防工程防护构件承载力评级

$\frac{R}{\gamma_0}(\gamma_G S_{GK} + \gamma_Q S_{QK})$			
a'_u	b'_u	c'_u	d'_u
>1.0	>0.95 且 <1	>0.90 且 <0.95	<0.9
注:荷载组合应符合附录 E 的要求。			

- 8.3.4 当防护构件的安全性按构造进行等级评估时,应按表 7 的规定,分别评估每一验算项目的等级,然后取其中最低一级作为该构件承载能力的安全性等级。

表 7 既有民防工程防护构件构造评级

检测项目	a'_u 或 b'_u 级	c'_u 或 d'_u 级
连接或节点构造	连接方式正确,构造符合国家现行设计规范要求,无缺陷或仅有局部的表面缺陷,工作无异常	连接方式不当,构造有严重缺陷,已导致焊缝或螺栓等发生明显变形、滑移、局部拉脱、剪坏或裂缝

表 7 (续)

检测项目	a'_u 或 b'_u 级	c'_u 或 d'_u 级
受力预埋件	构造合理,受力可靠,无变形滑移松动或其他损坏	构造有严重缺陷,已导致预埋件发生明显变形、滑移、松动或其他损坏
尺寸厚度	符合或基本符合 8.3.1 要求	不符合 8.3.1 要求

8.3.5 当防护构件的安全性按不适于继续承载的位移或变形进行等级评估时,应符合 GB 50292 中混凝土及砌体结构构件的相关规定。

8.3.6 当防护构件的安全性按不适于继续承载的裂缝进行等级评估时,应符合 GB 50292 中混凝土及砌体结构构件的相关规定。

8.3.7 当既有民防工程的防护构件符合下列条件时,可不参与评估:

- a) 该构件未受结构性改变、修复、修理或用途、使用条件改变的影响;
- b) 该构件未遭明显的损坏;
- c) 该构件工作正常,且不怀疑其可靠性不足。

考虑到其他层次评级的需要,而有必要给出该构件的安全性等级,可根据其实际完好程度定为 a'_u 级或 b'_u 级。

8.3.8 既有民防工程防护构件的正常使用性能按由好到差分为 a_s 、 b_s 、 c_s 三个等级,且应符合 GB 50292 中混凝土及砌体结构构件的相关规定。

8.3.9 既有民防工程防护构件的耐久性按由好到差分为 a_d 、 b_d 两个等级,且应符合 GB 50292 及 DG/TJ 08-804-2005 中混凝土及砌体结构构件的相关规定。

8.3.10 根据附录 D 的规定,环境作用等级为 A、B 或 C 级时,既有民防工程防护构件的适用性和耐久性按 8.3.8~8.3.9 进行评级,如环境作用等级为 D、E 级时,防护构件的使用性和耐久性评级适当降低一级。

8.4 既有民防工程防护子单元可靠性评估

8.4.1 既有民防工程结构可靠性的第二层次评级,应按地基基础(含桩基和桩,以下同)、分层承重结构和围护系统划分为三个防护子单元。

8.4.2 当仅要求对某个子单元的安全性进行评估时,该子单元与其他相邻子单元之间的交叉部位,也应进行检测,并应在评估报告中提出处理意见。

8.4.3 地基基础(防护子单元)的安全性评估及正常使用性评估应符合 GB 50292 中的相关规定,按附录 F 的规定,选取地基基础稳定性、承载力以及沉降、变形中最不利的情况评级。

8.4.4 当需计算分层承重结构的作用效应,或需验算地基变形、稳定性或承载能力时,除应符合 8.1.9 的有关规定外,对地基的岩土性能标准值和地基承载力标准值,应根据现场检验结果按国家现行有关规范的规定取值。

8.4.5 分层承重结构子单元的安全性评估,应根据其所含各种构件的安全性等级、结构的整体性等级,以及结构侧向位移等级进行确定,并按 8.4.6~8.4.8 取其中最低一级作为安全性等级。

8.4.6 分层承重结构的安全性等级由构件的安全性等级来确定,应按下列步骤进行:

- a) 确定每层内构件对本层的影响权重;
- b) 确定每层内防护构件的安全性等级,为 a'_u 、 b'_u 、 c'_u 或 d'_u 级;
- c) 用式(1)计算每一层处于各级构件的权重总和:

$$\Gamma_j = \sum_{ij=1}^{n_j} \omega_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

j ——构件的安全性等级，为 a'_u 、 b'_u 、 c'_u 或 d'_u 级；

n_j ——安全性处于 j 级的构件数；

ij —— j 级构件的编号；

ω_{ij} ——第 ij 号构件的权重。

d) 根据式(1)的计算结果，由表 8 确定每层的安全性等级。

表 8 分层结构每层的安全性等级

安全等级	评级标准
A'_u	$\Gamma_{b'_u} \leq 0.1, \Gamma_{c'_u} = 0, \Gamma_{d'_u} = 0$
B'_u	$\Gamma_{c'_u} \leq 0.1, \Gamma_{d'_u} = 0$
C'_u	$\Gamma_{d'_u} \leq 0.1$
D'_u	$\Gamma_{d'_u} \geq 0.1$

8.4.7 分层承重结构的安全性等级由结构整体性等级来确定，应按表 9 的规定：

表 9 结构整体性等级

检测项目	A'_u 或 B'_u 级	C'_u 或 D'_u 级
结构布置、支承系统或其他抗侧力系统布置	布置合理，形成完整系统，且结构选型及传力路线设计正确，符合现行设计规范要求	布置不合理，存在薄弱环节，或结构选型、传力路线设计不当，不符合现行设计规范要求
支承系统（或其他抗侧力系统）的构造	构件长细比及连接构造符合现行设计规范要求，无明显残损或施工缺陷，能传递各种侧向作用	构件长细比或连接构造不符合现行设计规范要求，或构件连接已失效，或有严重缺陷不能传递各种侧向作用
圈梁构造	截面尺寸、配筋及材料强度等符合现行设计规范要求，无裂缝或其他残损，能起封闭系统作用	截面尺寸配筋或材料强度不符合现行设计规范要求，或已开裂或有其他残损，或不能起封闭系统作用
结构间的联系	设计合理、无疏漏，锚固连接方式正确，无松动变形或其他残损	设计不合理，多处疏漏，或锚固、连接不当，或已松动变形，或已残损

8.4.8 分层承重结构的安全性等级由不适宜继续承载的位移来确定，应按下列规定：

- a) 当检测值已超出附录 G 中规定的界限，且有部分构件含连接出现裂缝、变形或其他局部损坏迹象时，应根据实际严重程度定为 C'_u 级或 D'_u 级；
- b) 当检测值虽已超出附录 G 中规定的界限，但尚未发现上款所述情况时，应进一步作计入该位移影响的结构内力计算分析，并按 GB 50292 相关规定验算各构件的承载能力，若验算结果均不低于 b'_u 级，仍可按该结构定为 B'_u 级，但宜附加观察使用一段时间的限制。若构件承载能力的验算结果有低于 b'_u 级时应定为 C'_u 级。

8.4.9 当分层承重结构按上款评为 B'_u 级，但若发现其主要构件所含的各种 c'_u 级构件或其连接处于下列情况之一时，宜将所评等级降为 C'_u 级：

- a) c'_u 级沿建筑物某方位呈规律性分布，或过于集中在结构的某部位；
- b) 出现 c'_u 级构件交汇的节点连接；
- c) c'_u 级存在于人群密集场所或其他破坏后果严重的部位。

8.4.10 分层承重结构的正常使用性评估，应按照附录 G 根据其所含构件的正常使用性等级和防护子

单元结构的侧向变形来确定。

8.4.11 围护系统(防护子单元)顶板底面高出室外地平面的防空地下室应符合 GB 50038 的规定。

8.4.12 围护系统安全性等级由表 10 确定。

表 10 围护系统防护子单元安全评级

等级	评级标准
A'_u	防护构件级别 $a'_u \geq 90\%$, $b'_u < 10\%$, 不含 c'_u 和 d'_u , 且符合 8.4.11 规定
B'_u	防护构件 $b'_u \geq 90\%$, $c'_u < 10\%$, 不含 d'_u , 且符合 8.4.11 规定
C'_u	防护构件 $c'_u \geq 90\%$, $d'_u < 10\%$, 且符合 8.4.11 规定, 如不符合则尚可修复
D'_u	防护构件 $d'_u \geq 10\%$

8.4.13 围护系统的正常使用性评级, 应根据其所含构件的正常使用性等级和使用功能等级进行评级, 取其中最低一级作为围护系统使用性评级:

- a) 对围护系统(防护子单元)正常使用采用内部构件评级, 应按表 11 的规定;
- b) 对围护系统(防护子单元)正常使用采用使用功能等级评级, 应按表 11 的规定。

表 11 围护系统正常使用功能等级

检测项目	A _u 级	B _u 级	C _u 级
顶板防水	防水构造及排水设施完好, 无老化、渗漏及排水不畅的迹象	构造设施基本完好, 或略有老化迹象, 但尚不渗漏或积水	构造设施不当, 或已损坏, 或有渗漏或积水
非承重内墙(隔墙)	构造合理, 与主体结构有可靠联系, 无可见位移, 面层完好, 建筑功能符合设计要求	略低于 A _u 级要求, 但尚不显著影响其使用功能	已开裂、变形, 或已破损, 或使用功能不符合设计要求
承重墙、临空墙	墙体及其面层外观完好, 墙脚无潮湿迹象, 墙厚符合节能要求	略低于 A _u 级要求, 但尚不显著影响其使用功能	不符合 A _u 级要求, 且已显著影响其使用功能
门窗(包括防护密闭门)	外观完好, 无剪切变形迹象, 关闭或推动自如, 密封性、防毒功能等符合 GB 50038 要求	略低于 A _u 级要求, 但尚不显著影响其使用功能	门窗构件或其连接已损坏, 或密封性差, 或有剪切变形, 已显著影响使用功能
地下防水	完好, 且防水功能符合设计要求	基本完好, 局部可能有潮湿迹象, 但尚不渗漏	有不同程度损坏或有渗漏
其他防护设施	完好, 且防护功能符合设计要求	有轻微缺陷, 但尚不显著影响其防护功能	有损坏, 或防护功能不符合设计要求

8.5 既有民防工程防护单元可靠性评估

8.5.1 既有民防工程防护单元的安全性评级应根据其三个子单元(地基基础、分层承重结构和围护系统)中最低的等级确定, 并同时考虑与整幢建筑有关的其他安全问题进行评级, 由好到差分为 A'_{su} 、 B'_{su} 、 C'_{su} 、 D'_{su} 四个等级。

8.5.2 既有民防工程防护单元的正常使用性等级, 应根据三个子单元(地基基础, 分层承重结构, 围护系统)中最低的等级确定, 由好到差分为 A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 三个等级。

8.5.3 当评估单元的使用性等级按本章评为级 A_{su} 或 B_{su} 级, 但若遇到下列情况之一时, 宜将所评等级

降为 C_{ss} 级；

- a) 建筑内外装修已大部分老化或残损；
- b) 建筑内管道设备已需全部更新。

8.6 既有民防工程可靠性评估

8.6.1 当不要求给出可靠性等级时,既有民防工程各层次的可靠性可采取直接列出其安全性等级和使用性等级的形式予以表示。

8.6.2 当需要给出民防工程各层次的可靠性等级时可根据其安全性和正常使用性的评估结果按下列原则确定：

- a) 当该层次安全性等级低于 b'_s 级、 B'_s 级或 B'_{ss} 级时,应按安全性等级确定；
- b) 除前款情形外可按安全性等级和正常使用性等级中较低的一个等级确定；
- c) 当考虑评估对象的重要性或特殊性时,允许对 b) 的评估结果作不大于一级的调整；
- d) 既有民防工程可靠性评估,应按表 12 的规定。

表 12 既有民防工程可靠性评估

等级	评级标准	
	按防护单元安全性	按防护单元使用性
良好	防护单元 A'_{ss} 级大于 90% 且 B'_{ss} 级不大于 10%, 不含 C'_{ss} 、 D'_{ss} 级	良好
较好	防护单元 B'_{ss} 级大于 10% 且 C'_{ss} 级不大于 10%, 不含 D'_{ss} 级	较好
合格	防护单元 C'_{ss} 级大于 10% 且 D'_{ss} 级不大于 10%	合格
不合格	防护单元 D'_{ss} 级大于 10%	不合格

8.7 民防工程的结构适修性评估

8.7.1 在民防工程可靠性评级中,若委托方要求对作为常规结构评估为Ⅲ类级和Ⅳ类的结构处理提出建议时,宜对其适修性进行评估。

8.7.2 民防工程作为常规结构适修性的等级划分应参照 GB 50292 按表 13 的规定采用,并可按下列处理原则提出具体建议：

- a) 对评为 A'_{ss} 、 B'_{ss} 或 A'_s 、 B'_s 的防护单元、子单元(及其内部结构构件),应予以修复；
- b) 对评为 C'_s 和 C'_{ss} 的防护单元、子单元(及其内部结构构件),应分别作出修复与拆换两种方案,经技术、经验评估后再作选择；
- c) 对评为 D'_s 和 D'_{ss} 的防护单元、子单元(及其内部结构构件),宜考虑拆除或重建。

8.7.3 对 c'_s 级、 d'_s 级构件及 C'_s 级和 D'_s 级检测项目的数量、所处位置及其处理建议,逐一作出详细说明。若在使用性评级中发现 c_s 级构件或 C_s 级结构已严重影响结构的使用功能时,也应作出详细说明。

表 13 防护单元适修性评级的分级

等级	分级标准
$A'_s A'_{ss}$	易修,或易改造,修后能恢复原功能,或改造后的功能可达到现行设计标准的要求,所需总费用远低于新建的造价,适修性好,应予修复或改造

表 13 (续)

等级	分级标准
$B'_i B'_u$	稍难修,或稍难改造,修后尚能恢复或接近恢复原功能,或改造后的功能尚可达到现行设计标准的要求,所需总费用不到新建造价的 70%,适修性尚好,宜予修复或改造
$C'_i C'_u$	难修,或难改造,修后或改造后需降低使用功能或限制使用条件,或所需总费用为新建造价的 70% 以上。适修性差,是否有保留价值,取决于其重要性和使用要求
$D'_i D'_u$	该评估对象已严重残损,或修后功能极差,已无利用价值,或所需总费用接近、甚至超过新建的造价适修性很差,除纪念性或历史性建筑外,宜予拆除重建
注: 本表适用于防护子单元和防护单元的适修性评估。“等级”一栏中,左侧的等级代号用于防护子单元;右侧的等级代号用于防护单元。	

附 录 A
(规范性附录)
混凝土电阻率的检测方法

A.1 四电极方法

混凝土的电阻率,反映其导电性。混凝土电阻率大,若钢筋发生锈蚀,则发展速度慢,扩散能力弱;混凝土电阻率小,锈蚀发展速度快,扩散能力强。因此对钢筋状况进行检测评定,测量混凝土的电阻率是一项重要内容。

混凝土电阻率的计算公式见式(A.1)。测量采用四电极方法,即在混凝土表面等间距接触四支电极,两外侧电极为电流电极,两内侧电极为电压电极,通过检测两电压电极间的混凝土电阻即可获得混凝土电阻率,如图 A.1 所示。

$$\rho = \frac{2\pi d v}{I} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:
 v ——电压电极间所测电压;
 I ——电流电极通过的电流;
 d ——电极间距。

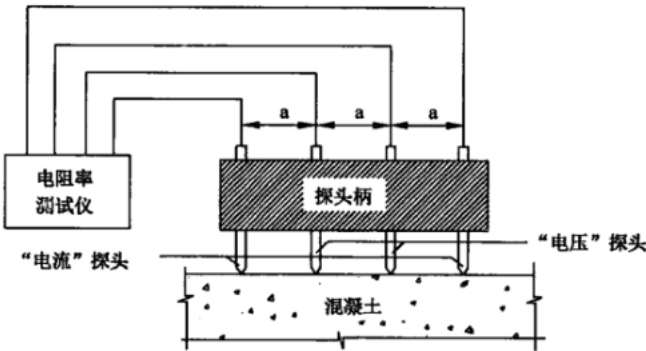


图 A.1 混凝土电阻率测试技术示意图

A.2 电阻率测试仪及技术要求

A.2.1 混凝土电阻率测试仪应通过技术鉴定,应具有产品合格证。

A.2.2 电阻率测试仪由四电极探头与电阻率仪表组成,采用交流测量系统:

- a) 探头四电极间距可调,调节范围 10 cm,每一电极内均装有压力弹簧,从而保证可测不同深度的电阻率及电极与混凝土表面接触良好;
- b) 电压电极间的输入阻抗>1 MΩ;
- c) 电极端部直径尺寸不得大于 5 mm;
- d) 显示方式:直接数字显示电阻率值;
- e) 电源:直流供电,连续正常工作时间不小于 6 h;
- f) 仪器使用环境条件:环境温度 0℃~+40℃;相对湿度≤85%。

A.3 仪器的检查

在四个电极上分别接上三支电阻,则仪器的显示值为相应的电阻率值。例如电阻值为 1 kΩ,相应是阻率值为: $2\pi d \times 1 \text{ k}\Omega\text{cm}$ 。

A.4 混凝土电阻率的测量

- A.4.1 测区与测位布置可参照钢筋锈蚀自然电位测量的要求,在电位测量网格间进行,并做好编号。
- A.4.2 混凝土表面应清洁、无尘、无油脂。为了提高量测的准确性,必要时可去掉表面碳化层。
- A.4.3 调节好电极的间距,一般采用的间距为 50 mm。
- A.4.4 为了保证电极与混凝土表面有良好、连续的电接触,应在电极前端涂上耦合剂,特别是当读数不稳定时。
- A.4.5 测量时探头应垂直置于混凝土表面,并施加适当的压力。

A.5 混凝土电阻率测量值的评判标准见表 A.1。

表 A.1 混凝土电阻率对钢筋锈蚀影响程度的评判标准

序号	电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	可能的锈蚀速度
1	$>20\,000$	很慢
2	$15\,000 \sim 20\,000$	慢
3	$10\,000 \sim 15\,000$	一般
4	$5\,000 \sim 10\,000$	快
5	$<5\,000$	很快

注：混凝土湿度对量测值有明显影响,量测时构件应为自然状态,否则不能使用此评判标准。

附录 B (规范性附录)

混凝土中钢筋锈蚀状况的判断与检测

B.1 根据检测需要,混凝土中钢筋锈蚀状况的判断与检测可分为钢筋锈蚀可能性的判断、钢筋锈蚀率或钢筋锈蚀速率的检测,具体可以根据构件状况、现场测试条件和测试要求,选用自然电位法、混凝土电阻法、电流密度法、锈胀裂缝法或破损检测的方法进行判断和检测。

B.2 钢筋锈蚀状况检测时,对每一个结构单元,应根据构件的环境条件和外观检查结果确定检测单元,每个检测单元的样本不应少于6个。

B.3 对于混凝土表面完好、未发现有锈胀和锈胀裂缝的构件,但有理由怀疑混凝土中钢筋可能已经锈蚀时(如检测发现混凝土的碳化深度超过混凝土保护层厚度),可采用自然电位法或混凝土电阻法对混凝土中的钢筋锈蚀情况进行初步判断。

B.4 用自然电位法检测时,根据构件表面的实测腐蚀电位等值线图,可按以下标准或检测设备的操作规程,定性判断混凝土中钢筋锈蚀的可能性:

- a) $-350\text{ mV} \sim -500\text{ mV}$,有锈蚀活动性,发生锈蚀概率为95%;
- b) $-200\text{ mV} \sim -350\text{ mV}$,有锈蚀活动性,发生锈蚀概率为50%;
- c) -200 mV 以上,无锈蚀活动性或锈蚀活动性不确定,发生锈蚀概率为5%。

B.5 采用混凝土电阻法检测时,可根据实测混凝土电阻率按以下标准或检测设备的操作规程,定性判断混凝土中钢筋锈蚀的可能性:

- a) $100\text{ k}\Omega\text{cm}$ 以上,即使高氯化物浓度或碳化情况下,锈蚀速率也极低;
- b) $50\text{ k}\Omega \sim 100\text{ k}\Omega\text{cm}$,低锈蚀速率;
- c) $10\text{ k}\Omega \sim 50\text{ k}\Omega\text{cm}$,钢筋活化时出现中高锈蚀速率;
- d) 低于 $10\text{ k}\Omega\text{cm}$,混凝土电阻率不是钢筋锈蚀的控制因素。

B.6 采用电流密度法检测时,可根据实测电流密度计算钢筋年锈蚀深度 $\delta_a = 11.64i_{\text{corr}}$ (mm)。

B.7 对于已经锈胀开裂的结构构件,可根据锈胀裂缝宽度按式(B.1)推算钢筋锈蚀深度,但宜用直接破损法进行校核和修正。

$$\delta = k_w \omega + \frac{k_{cd}c}{d} + k_{cu}f_{cu} + k_k \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中:

- δ ——钢筋锈蚀深度,单位为毫米(mm);
- ω ——锈胀裂缝宽度,单位为毫米(mm);
- c ——保护层厚度,单位为毫米(mm);
- d ——和钢筋直径,单位为毫米(mm);
- f_{cu} ——混凝土立方体抗压强度,单位为兆帕(MPa);
- k_w ——锈胀裂缝宽度与钢筋直径之比;
- k_{cd} ——保护层厚度与钢筋直径之比;
- k_{cu} ——混凝土立方体抗压强度标准值的影响系数;
- k_k ——常数项。

详见表 B.1。

表 B.1 系数的取值

钢筋类型	钢筋位置	ω	k_w	k_{cd}	k_{cu}	k_k
光圆钢筋	角部	$\omega < 0.3 \text{ mm}$	0.35	0.012	0.000 84	-0.013
		$\omega \geq 0.3 \text{ mm}$	0.07			0.08
	非角部	$\omega < 0.3 \text{ mm}$	1.00	0.026	0.002 5	-0.032
		$\omega \geq 0.3 \text{ mm}$	0.69			0.074
螺纹钢筋	角部	$\omega < 0.1 \text{ mm}$	0.35	0.008	0.000 55	-0.013
		$\omega \geq 0.1 \text{ mm}$	0.086			0.015

B.8 破损检测时宜选择保护层空鼓、锈胀开裂或剥落等钢筋锈蚀严重的部位,根据锈蚀钢筋的有效截面积和锈前公称截面积计算钢筋的截面锈损率,或根据锈蚀钢筋净重和锈前公称质量计算钢筋的失重率。

B.9 在破损检测部位,凿除混凝土保护层,并刮除钢筋表面的锈蚀层后,采用游标卡尺测量钢筋在两个正交方向锈损后的有效直径,然后近似按照椭圆计算锈蚀钢筋的有效截面积。

B.10 如现场条件允许,可选择对结构安全影响不大而严重锈蚀的部位截取一段锈蚀钢筋,按照GBJ 82有关规定除锈并称量锈蚀钢筋的净重。

B.11 钢筋公称面积或公称重量可根据经过现场复核的原始设计图纸确定。如原始资料遗失,宜在同一或同类构件无明显钢筋锈蚀部位,凿除混凝土保护层后,采用游标卡尺量取钢筋直径,据此判断钢筋型号并推算钢筋锈前工程截面积或单位长度公称质量。

附录 C
(规范性附录)

既有民防工程结构可靠性评级层次

既有民防工程结构可靠性评级层次见表 C.1。

表 C.1 既有民防工程结构安全性分级

层次	评估对象	等级	分级标准	处理要求
一	单个防护构件或其检测项目	a'_u	符合本标准对 a'_u 级的要求,满足人防防护要求	不必采取措施
		b'_u	略低于本标准对 a'_u 级的要求,尚能满足人防防护要求	可不采取措施
		c'_u	不符合本标准对 a'_u 级的要求,不能满足人防防护要求	应采取措施
		d'_u	极不符合本标准对 a'_u 级的要求,已完全不满足人防防护要求	应及时或立即采取措施
二	防护子单元的 检测	A'_u	符合本标准对 A'_u 级的要求,满足人防防护要求	不必采取措施
		B'_u	略低于本标准对 A'_u 级的要求,尚能满足人防防护要求	可不采取措施
		C'_u	不符合本标准对 A'_u 级的要求,不能满足人防防护要求	应采取措施
		D'_u	极不符合本标准对 A'_u 级的要求,已完全不满足人防防护要求	应及时或立即采取措施
三	防护单元	A'_{su}	符合本标准对 A'_{su} 级的要求,满足防护单元整体的防护要求	可能有极少数一般构件应采取措施
		B'_{su}	略低于本标准对 A'_{su} 级的要求,尚能满足防护单元整体的防护要求	可能有极少数构件应采取措施
		C'_{su}	不符合本标准对 A'_{su} 级的要求,不能满足防护单元整体的防护要求	应采取措施,且可能有少数构件应立即采取措施
		D'_{su}	极不符合本标准对 A'_{su} 级的要求,已完全不满足防护单元整体的防护要求	不作为民防工程使用
注 1: 本标准对 a'_u 级、 A'_u 级及 A'_{su} 级的具体要求以及对其他各级不符合该要求的允许程度,由 8.3~8.5 给出; 注 2: 表中关于“不必采取措施”和“可不采取措施”的规定,仅对人防防护要求的评估而言,不包括既有民用建筑鉴定所要求采取的措施。				

既有民防工程使用性分级见表 C.2。

表 C.2 既有民防工程使用性分级

层次	评估对象	等级	分级标准	处理要求
一	单个防护构件或其检测项目	a_s	使用性符合本标准对 a_s 级的要求,具有正常的使用功能	不必采取措施
		b_s	使用性略低于本标准对 a_s 级的要求,尚不显著影响正常的使用功能	可不采取措施
		c_s	使用性不符合本标准对 a_s 级的要求,显著影响正常的使用功能	应采取措施

表 C.2 (续)

层次	评估对象	等级	分级标准	处理要求
二	防护子单元的检测	A _s	使用性符合本标准对 A _s 级的要求,具有正常的使用功能	不必采取措施
		B _s	使用性略低于本标准对 A _s 级的要求,尚不显著影响正常的使用功能	可不采取措施
		C _s	使用性不符合本标准对 A _s 级的要求,显著影响正常的使用功能	应采取措施
三	防护单元	A _{ss}	使用性符合本标准对 A _{ss} 级的要求,具有正常的使用功能	不必采取措施
		B _{ss}	使用性略低于本标准对 A _{ss} 级的要求,尚不显著影响正常的使用功能	可不采取措施
		C _{ss}	使用性不符合本标准对 A _{ss} 级的要求,显著影响正常的使用功能	应采取措施

附录 D

(规范性附录)

既有民防工程环境作用等级

D.1 一般环境及其环境作用等级,参照表 D.1 的规定。

表 D.1 一般环境及其作用等级

环境作用等级	环境条件
A	室内干燥环境(年平均湿度低于 60%)
B	室内潮湿环境(年平均湿度大于 60%)或长期湿润环境
C	干湿交替环境

D.2 氯化物环境及其环境作用等级,参照表 D.2 的规定。

表 D.2 氯化物环境的作用等级

环境作用等级	氯离子含量	环境作用等级
	水中/(mg/L)	土中/(mg/kg)
C	100~500	C
D	501~5 000	D
E	>5 000	E

D.3 化学腐蚀环境及其环境作用等级,参照表 D.3 的规定。

表 D.3 化学腐蚀环境的作用等级

环境作用等级	硫酸根离子 SO_4^{2-}		二氧化碳 CO_2	酸碱度
	土中/(mg/kg)	水中/(mg/L)	pH	土中/(mg/kg)
C	300~1 500	15~30	6.5~5.5	300~1 500
D	1 500~6 000	30~60	5.5~4.5	1 500~6 000
E	6 000~15 000	60~100	<4.5	6 000~15 000

D.4 其他环境类别及其环境作用等级,可按照 GB/T 50476 评定。

D.5 当有多种环境共同作用时应取最高环境作用等级。

附 录 E
(规范性附录)

既有民防工程结构承受的荷载组合

E.1 民防工程结构在确定等效静荷载和静荷载后,可按静力计算方法进行结构内力分析。对于超静定的钢筋混凝土结构,可按由非弹性变形产生的塑性内力重分布计算内力。

E.2 当验算结构或构件的承载能力时应遵守下列规定:

- a) 结构构件验算采用的结构分析方法应符合国家现行设计规范的规定;
- b) 结构构件验算使用的计算模型应符合其实际受力与构造状况;
- c) 结构上的作用应经调查或检测核实并应按本标准附录的规定取值;
- d) 结构或构件的几何参数应采用实测值,并应计入锈蚀、腐蚀、腐朽、虫蛀、风化局部缺陷或缺损以及施工偏差等的影响。

E.3 防空地下室结构在确定等效静荷载标准值和永久荷载标准值后,其承载力设计应采用极限状态设计表达式(E.1)和式(E.2):

$$\gamma_0(\gamma_G S_{Gk} + \gamma_Q S_{Qk}) \leq R \quad \text{.....(E.1)}$$

$$R = R(f_{cd}, f_{yd}, a_k \text{.....}) \quad \text{.....(E.2)}$$

式中:

- γ_0 ——结构重要性系数,可取 1.0;
- γ_G ——永久荷载分项系数,当其效应对结构不利时可取 1.2,有利时可取 1.0;
- S_{Gk} ——永久荷载效应标准值;
- γ_Q ——等效静荷载分项系数,可取 1.0;
- S_{Qk} ——等效静荷载效应标准值;
- R ——结构构件承载力设计值;
- $R(\cdot)$ ——结构构件承载力函数;
- f_{cd} ——混凝土动力强度设计值;
- f_{yd} ——钢筋(钢材)动力强度设计值;
- a_k ——几何参数标准值。

E.4 当按等效静荷载法分析得出的内力,进行墙、柱受压构件正截面承载力验算时,混凝土及砌体的轴心抗压动力强度设计值应乘以折减系数 0.80。

E.5 当按等效静荷载法分析得出的内力,进行梁、柱斜截面承载力验算时,混凝土及砌体的动力强度设计值应乘以折减系数 0.80。

E.6 支承钢筋混凝土平板防护密闭门的门框墙,当门洞边墙体悬挑长度小于或等于 1.2 倍该边边长时,按悬臂构件进行验算。

附 录 F
(规范性附录)
地基基础子单元评级

F.1 地基基础(防护子单元)按照基础稳定性应按表 F.1 评级:

表 F.1 地基基础的稳定性评级

等级	评级标准
A _u '	建筑场地地基稳定,无滑动迹象及滑动史
B _u '	建筑场地地基在历史上曾有过局部滑动,经治理后已停止滑动,且近期评估表明,在一般情况下,不会再滑动
C _u '	建筑场地地基在历史上发生过滑动,目前虽已停止滑动,但若触动诱发因素,今后仍有可能再滑动
D _u '	建筑场地地基在历史上发生过滑动,目前又有滑动或滑动迹象

F.2 地基基础(防护子单元)按照基础承载力评级,可根据第 7 章承载力的检测结果,按表 F.2 评级:

表 F.2 地基基础的承载力评级

等级	评级标准
A _u '或 B _u '	承载力符合 GB 50007 或 JGJ 94—2008 的要求,根据建筑物完好程度评级
C _u '或 D _u '	承载力符合 GB 50007 或 JGJ 94—2008 的要求,根据建筑物损坏程度评级

F.3 地基基础(防护子单元)按照基础沉降、变形应按表 F.3 评级:

表 F.3 地基基础的沉降、变形评级

等级	评级标准
A _u '	不均匀沉降小于 GB 50007 规定的允许沉降差;或建筑物无沉降裂缝、变形或位移
B _u '	不均匀沉降不大于 GB 50007 规定的允许沉降差,且连续两个月地基沉降速率小于 2 mm/每月;或建筑物上部结构砌体部分虽有轻微裂缝但无发展迹象
C _u '	不均匀沉降大于 GB 50007 规定的允许沉降差,或连续两个月地基沉降速率大于 2 mm/每月;或建筑物上部结构砌体部分出现宽度大于 5 mm 沉降裂缝,且沉降裂缝短期内无终止趋势
D _u '	不均匀沉降远大于 GB 50007 规定的允许沉降差,连续两个月地基沉降速率大于 2 mm/每月,且尚有变快趋势;或建筑物上部结构的沉降裂缝发展明显,砌体的裂缝宽度大于 10 mm,预制构件之间的连接部位的裂缝大于 3 mm;现浇结构个别部位也已开始出现沉降裂缝

附 录 G
(规范性附录)
分层承重子单元评级

G.1 对防护子单元正常使用采用内部构件和结构的侧向位移评级,应按表 G.1 规定评级。

表 G.1 防护子单元正常使用采用内部构件评级

等级	评级标准
A _s	防护构件正常使用性评级 $a_s > 90\%$ 且 b_s 不大于 10%, 不含 c_s
B _s	防护子单元 $b_s > 10\%$ 且 c_s 不大于 10%
C _s	防护子单元 $c_s > 10\%$

G.2 分层承重结构的安全性等级由不适宜继续承载的位移来确定,应按表 G.2 及表 G.3 的规定。

表 G.2 单建式民防工程的分层承重结构

结构类别				顶点位移	层间位移
				C _s 或 D _s 级	C _s 或 D _s 级
混凝土结构	单层建筑			$> H/400$	
	多层建筑			$> H/450$	$> H_i/350$
砌体结构	单层建筑	墙	$H \leq 7 \text{ m}$	> 25	
			$H > 7 \text{ m}$	$> H/280$ 或 > 50	
		柱	$H \leq 7 \text{ m}$	> 20	
			$H > 7 \text{ m}$	$> H/350$ 或 > 40	
	多层建筑	墙	$H \leq 10 \text{ m}$	> 40	
			$H > 10 \text{ m}$	$> H/250$ 或 > 90	
		柱	$H \leq 10 \text{ m}$	> 30	
			$H > 10 \text{ m}$	$> H/330$ 或 > 70	

表 G.3 附建式民防工程的分层承重结构

结构类别			顶点位移	层间位移
			C _s 或 D _s 级	C _s 或 D _s 级
混凝土结构	单层建筑		$> H/500$	
	多层建筑		$> H/550$	$> H_i/450$

表 G.3 (续)

结构类别				顶点位移	层间位移
				C'_u 或 D'_u 级	C'_u 或 D'_u 级
砌体结构	单层建筑	墙	$H \leq 7$ m	> 20	
			$H > 7$ m	$> H/300$ 或 > 40	
		柱	$H \leq 7$ m	> 20	
			$H > 7$ m	$> H/400$ 或 > 30	
	多层建筑	墙	$H \leq 10$ m	> 30	
			$H > 10$ m	$> H/300$ 或 > 80	
		柱	$H \leq 10$ m	> 30	
			$H > 10$ m	$> H/350$ 或 > 70	

G.3 对防护子单元正常使用采用结构的侧向位移评级,应按表 G.4 规定评级。

表 G.4 防护子单元使用性评级

检测项目	结构类型		位移限制		
			A _s 级	A _s 级	A _s 级
混凝土结构	多层框架	层间	$\leq H_i/600$	$\leq H_i/600$	$\leq H_i/600$
		结构顶点	$\leq H/750$	$\leq H/750$	$\leq H/750$
	剪力墙结构	层间	$\leq H_i/1\ 050$	$\leq H_i/1\ 050$	$\leq H_i/1\ 050$
		结构顶点	$\leq H/1\ 200$	$\leq H/1\ 200$	$\leq H/1\ 200$
砌体结构	多层(柱承重)	层间	$\leq H_i/650$	$\leq H_i/650$	$\leq H_i/650$
		结构顶点	$\leq H/750$	$\leq H/750$	$\leq H/750$
	多层(墙承重)	层间	$\leq H_i/600$	$\leq H_i/600$	$\leq H_i/600$
		结构顶点	$\leq H/700$	$\leq H/700$	$\leq H/700$

H.4 混凝土裂缝记录表

既有民防工程混凝土裂缝记录表

工程名称:

工程地址:

检查日期:

检查构件	指标	数值	备注
	数量		
	位置		
	长度		
	走向		
	最大宽度		
	最大深度		
	数量		
	位置		
	长度		
	走向		
	最大宽度		
	最大深度		
	数量		
	位置		
	长度		
	走向		
	最大宽度		
	最大深度		

检测:

记录:

复核:

上海市地方标准
既有民防工程检测评估技术要求
DB31/T 947—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

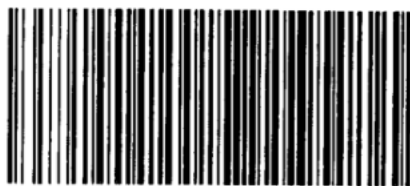
*

开本 880×1230 1/16 印张 2.5 字数 64 千字
2017年4月第一版 2017年4月第一次印刷

*

书号: 155066·5-0541 定价 36.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



DB31/T 947-2015