

成都市既有建筑地下室抗浮治理 技术指引（试行）

傳文歆fuwenxin202609071536

成都市住房和城乡建设局

2026 年 8 月

前 言

近年来，我市地下水位总体呈持续回升态势，个别区域地下水位已高于既有建筑建设时勘察揭露最高地下水位或原设计抗浮设防水位，多个区（市）县出现既有建筑地下室开裂渗漏、底板上浮变形、梁柱节点破坏等问题，严重影响建筑正常使用与结构安全。为贯彻落实中央城市工作会议关于建设安全可靠的韧性城市相关精神，防范地下水位上涨引发地下室抗浮失效安全风险，规范成都市既有建筑地下室抗浮治理工作，有效控制灾害风险，保障人民群众生命财产安全，依据《中华人民共和国建筑法》《建设工程质量管理条例》等法律法规，按照《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550、《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476、《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T 212、《四川省不透水土层地下室排水卸压抗浮技术标准》DBJ51/T 140 等相关标准规范，结合我市水文地质情况和地下室抗浮治理工程实践经验，制定本技术指引。

本指引共分 9 章：总则、术语、基本规定、上浮调查与鉴定、抗浮加固设计、抗浮加固施工、渗漏治理与结构修复、检验与验收、监测与维护。

本技术指引由成都市建设工程质量监督站负责管理，使用过程中如有意见和建议，请及时反馈至成都市建设工程质量监督站（地址：成都市青羊区人民中路一段 28 号成都房地产大厦 18-19 楼；E-mail: KangFuZhiYin@cdadri.com）。本指引自发布之日起执行。

主 编 单 位： 成都市建设工程质量监督站

成都市建筑设计研究院有限公司

参 编 单 位： 四川省建筑科学研究院有限公司

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

主要起草人： 赵 爽 付安俊 刘 伟 张锦涛 梁 树

黎 原 夏舞阳 高 凯 朱 果 王 武

丁焕龙 石胜亚 罗奥雷 付俊杰 朱 靖

陈 彬 舒 媛 杨睿玲 卢发明 徐艳芳

主要审查人： 郑 挺 刘开强 何 俊 蒋 进 黄香春

目 录

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	4
4 上浮调查与鉴定.....	5
4.1 上浮调查.....	5
4.2 上浮鉴定.....	6
4.3 抗浮设防水位.....	8
5 抗浮加固设计.....	9
5.1 一般规定.....	9
5.2 抗浮加固设计.....	11
6 抗浮加固施工.....	17
6.1 一般规定.....	17
6.2 抗浮加固施工.....	17
7 渗漏治理与结构修复.....	21
7.1 一般规定.....	21
7.2 渗漏治理.....	21
7.3 结构修复.....	22
8 检验与验收.....	23
8.1 检验.....	23
8.2 验收.....	23
9 监测与维护.....	25
9.1 一般规定.....	25
9.2 监测.....	25

9.3 维护.....	25
附表 A 上浮调查意见表	27
附表 B 常用抗浮加固方法技术经济对比表	28

傳文歆fuwenxin202609071536

1 总 则

1.0.1 为规范既有建筑地下室抗浮治理，做到安全适用、技术可靠、经济合理，制定本指引。

1.0.2 本指引适用于成都市行政区域范围内既有建筑地下室因水浮力作用导致抗浮失效后的抗浮治理。

1.0.3 既有建筑地下室抗浮治理除符合本指引规定外，尚应符合国家和四川省现行有关规范、标准的规定。

傳文歆fuwenxin202609071536

2 术 语

2.0.1 抗浮设防水位

为满足地下结构抗浮设防安全及抗浮设计技术经济合理的需要，根据场地水文地质条件、地下水长期观测资料和地区经验，预测地下结构在施工期间和工作年限内可能遭遇的地下水最高水位。

2.0.2 抗浮治理

为消除既有建筑因水浮力作用引起的结构变形、损伤、渗漏等危害而采取的工程治理措施。

2.0.3 抗浮失效

建筑地下室或地下结构因水浮力超过结构自重及抗浮措施所提供的抗力，导致结构发生影响结构安全或正常使用功能状态的整体或局部上浮、变形、开裂、渗漏等现象。

2.0.4 局部抗浮失效

水浮力作用下，地下室局部区域的抗浮力不足，仅出现局部底板开裂、变形、渗漏等损伤，未造成整体结构上浮的抗浮失效形式。

2.0.5 整体抗浮失效

水浮力超过地下室整体结构的总抗浮力，导致整个或大面积地下室结构（外扩地下室）整体上浮，伴随大面积构件损伤（底板整体上拱、底板出现大面积裂缝、框架梁柱端部开裂或混凝土压碎、填充墙开裂）的严重抗浮失效形式。

2.0.6 上浮调查

为查明既有建筑地下室上浮失效病害现状，核查场地水文地质条件、调查结构变形损伤及抗浮设施运行情况，评估结构抗浮安全性的专项工程调查。

2.0.7 上浮鉴定

针对已发生上浮损伤的既有建筑地下室，通过现场检测、结构验算、水位监测等技术手段，明确上浮原因、损伤程度及结构安全性的专项鉴定。

2.0.8 抗浮加固

为提升既有建筑地下室的抗浮能力，对结构基础、底板或附加抗浮措施进行的技术改造。

2.0.9 增重法

通过增加地下室顶板、楼板或底板填筑荷载（设置重型混凝土、填充配重材料等）的方式抵抗水浮力作用的抗浮加固方法。

2.0.10 底板增强法

通过加厚地下室底板及加强配筋，提高基础底板刚度和承载能力的抗浮加固方法。

2.0.11 锚固补偿法

通过在地下室底板下方增设抗浮锚杆、抗拔桩等抗浮构件的抗浮加固方法。

2.0.12 排水卸压法

通过设置排水卸压系统降低地下水位、减小水浮力的抗浮技术方法。

2.0.13 抗排联合法

结合被动抗浮措施（如增设锚杆、抗拔桩、压重等）与排水卸压措施的复合抗浮加固方法。

2.0.14 卸压集水坑

为降低水头压力、控制地下室上浮区域水位升高而设置的集水设施。

3 基本规定

- 3.0.1 既有建筑出现上浮损伤可能产生危害时，应及时开展上浮调查与应急处置，排除安全隐患后，根据调查意见确定是否需要进行上浮鉴定。
- 3.0.2 既有建筑地下室抗浮失效的上浮鉴定宜按主楼范围和外扩地下室范围分区进行。
- 3.0.3 既有建筑鉴定检测与加固应确保结构的安全性、正常使用性、耐久性和抗震性能。
- 3.0.4 既有建筑进行加固时，不应降低原结构的设计标准和设计工作年限。
- 3.0.5 既有建筑抗浮治理技术应根据场地工程地质与水文地质条件、结构荷载特征与刚度分布、建筑功能要求、环境条件及施工条件等因素，结合地方经验综合确定。
- 3.0.6 既有建筑抗浮治理、结构加固采用的新材料、新技术、新工艺，应经技术适用性、可行性、经济性论证可行后方可实施。
- 3.0.7 在透水性土层中采用排水卸压法进行抗浮治理时，应具有可靠工程经验，方案应经充分论证后方可实施。
- 3.0.8 既有建筑抗浮治理勘察设计文件应经施工图审查合格后方可实施。
- 3.0.9 既有建筑的抗浮治理，应遵循先检测、鉴定，后加固设计、施工与验收的原则。
- 3.0.10 既有建筑抗浮治理包括抗浮加固、结构损伤修复加固和渗漏治理。
- 3.0.11 既有建筑抗浮治理宜先进行抗浮加固及渗漏治理，后进行结构修复，当结构存在安全隐患时，应先对隐患部位进行临时加固。
- 3.0.12 既有建筑地下室抗浮治理工程应进行质量检验与验收。

4 上浮调查与鉴定

4.1 上浮调查

4.1.1 当地下室出现开裂渗漏时，应组织专业技术人员进行现场勘查，研判地下结构是否存在上浮风险；当地下室发生明显上浮隆起或大面积底板开裂渗漏时，应及时组织专业技术人员进行上浮调查。

4.1.2 上浮调查工作应组织原勘察、设计、施工、监理单位或相应资质条件的勘察、设计单位参加，并形成上浮调查意见。

【编制说明】现场勘查、调查原则上应组织原勘察设计单位的专业技术人员进行，当原勘察设计单位已不存在或无法组织时，可组织不低于原资质等级的勘察设计单位的专业技术人员进行现场勘查。

4.1.3 上浮调查前需搜集原岩土工程勘察报告、原设计文件或竣工资料。

4.1.4 上浮调查的主要内容：

- 1 场地地形地貌、地质剖面、土层分布及透水性、地表水分布、地下水类型及分布、排水系统运行情况；
- 2 近期地下水位变化情况，应核查周边是否有可用的地下水监测井，无监测井时，应根据需要设置临时监测井观测和走访调查，查明有效地下水位；
- 3 既有建筑结构构件变形、开裂及渗漏情况；
- 4 既有建筑现状及使用功能变化情况；
- 5 抗浮设施的现状及运行效果。

【编制说明】本条所列上浮调查的主要内容中，场地地形地貌、地质剖面、土层分布及透水性等，可结合原勘察设计文件、岩土工程勘察报告、现场勘查获取；近期地下水位变化、结构构件变形、开裂及渗漏等，需通过补充观测、监测获取数据。上浮调查阶段可仅作定性判断，初步查明病害概况并判断上浮原因；上浮鉴定阶段的补充调查，应通过监测、检测等手段获取定量数据，作为上浮鉴定及抗浮加固设计的依据。

4.1.5 上浮调查应初步分析抗浮失效原因，评估抗浮失效区域安全性，提出应急处置建议，并明确是否需要进行上浮鉴定。

4.1.6 既有建筑出现抗浮失效时，可采取下列应急处置措施：

- 1 对隆起变形的区域应采取泄压、降水等临时抢险措施；
 - 2 及时封闭室外地面裂缝，并设置截水、排水设施；
 - 3 应对受上浮影响的建筑物整体或局部变形及构件裂缝进行观测；
 - 4 当主体结构损坏时，应根据情况对既有结构采取临时支撑加固措施；
 - 5 当既有建筑已设置抗浮设施时，应及时检查并启用抗浮设施。
- 4.1.7 既有建筑上浮后需对基础底板开孔泄压时，应评估地下水渗流及发生管涌的风险。

4.2 上浮鉴定

- 4.2.1 既有建筑遇有下列情况之一时，应进行上浮鉴定：
- 1 工程整体或局部出现上浮位移、隆起变形；
 - 2 地下结构底板发生明显隆起变形和大面积开裂渗漏；
 - 3 遭遇可能影响抗浮结构、构件及抗浮设施性能的危害或事故；
 - 4 上浮导致结构、构件出现损伤时。
 - 5 上浮调查意见提出鉴定要求时。
- 4.2.2 当局部底板出现上浮隆起现象时，鉴定对象为抗浮失效区及其周边受影响范围；当既有建筑地下室出现整体上浮现象时，应进行抗浮失效区域及其影响范围的整体上浮鉴定；当地下室及上部主体结构受损时，尚应对主体结构进行结构鉴定。

【编制说明】上浮鉴定范围应根据上浮破坏模式、结构损伤程度等因素确定，对局部上浮失效，地下室抗浮稳定性满足要求时，可仅对抗浮失效区域和周边影响范围进行鉴定（地下室抗浮稳定性不满足时，应对整体地下室进行上浮鉴定）；对整体上浮失效应当对整体地下室进行上浮鉴定；但无论哪种上浮失效模式，均应对既有建筑地下室进行全面的整体和局部的抗浮稳定性鉴定验算，并明确塔楼是否存在上浮风险。当因上浮失效引起主体结构和非结构构件损伤时，尚应对主体结构和非结构构件按现行国家标准进行鉴定。

- 4.2.3 既有建筑上浮鉴定监测应包含下列内容：

- 1 地下水位监测；
- 2 既有建筑变形监测；

- 3 周边地面、道路及建(构)筑物等变形监测;
 - 4 结构构件损伤、变形监测。
- 4.2.4 既有建筑上浮鉴定检测应根据上浮失效模式、结构损伤情况等,确定检测内容,一般情况下主要检测鉴定内容宜包括:
- 1 抗浮配重覆土厚度及容重检测;
 - 2 结构自重检测,包括楼板开洞、减柱、增减楼层、楼面回填变化、顶板覆土变化等影响结构自重的变化;
 - 3 结构构件裂缝、损伤现状检测;
 - 4 上浮破坏引起的渗漏检测;
 - 5 结构底板厚度及配筋检测;
 - 6 结构混凝土抗压强度、抗渗性能检测;
 - 7 需要利用既有抗浮构件剩余抗拔承载力时,应对既有抗浮构件抗拔承载力进行检测;
 - 8 柱脚、底板标高检测;
 - 9 竖向构件垂直度检测。

【编制说明】本条第 2 款中,结构自重是抗浮验算中抗浮力的主要来源之一,既有建筑使用过程中可能发生楼板开洞、减柱、增减楼层、楼面回填变化、顶板覆土变化等影响结构自重的变化,导致实际自重与原设计值存在差异,故应通过检测确定实际结构自重,作为抗浮验算依据。

本条第 7 款中,既有建筑抗浮失效以后,当需要利用既有抗浮构件(抗浮锚杆、抗拔桩等)的剩余抗拔承载力时,应通过现场抗拔试验检测其抗拔承载力;既有抗浮构件经上浮作用后,其锚固体与周围岩土的结合性能可能受损,剩余抗拔承载力与原设计值可能存在差异,直接采用原设计承载力进行抗浮验算偏于不安全,故应通过检测确定。上述抗拔承载力检测针对上浮失效区域及相关影响范围,未发生上浮失效区域的既有抗浮构件,当设计不怀疑其抗拔承载力减小时,其抗拔承载力仍可按原设计抗拔承载力进行验算。

本条规定了一般情况下主要检测鉴定内容,具体检测内容尚应根据上浮失效模式、结构损伤程度、结构形式及实际情况确定。

4.2.5 既有抗浮结构、构件变形及裂缝的检测应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的有关规定,既有结构的上浮位移、隆起变形、倾斜度等的测量应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

4.2.6 既有建筑上浮鉴定报告宜包括以下内容：

- 1 工程概况；
- 2 鉴定依据；
- 3 上浮病害现场调查情况；
- 4 现场监测与检测成果；
- 5 建筑上浮失效模式判定；
- 6 抗浮结构及主体结构安全性评估；
- 7 建筑上浮失效原因分析；
- 8 计算分析结果；
- 9 鉴定结论；
- 10 治理及修复建议；
- 11 附件资料。

4.3 抗浮设防水位

4.3.1 当缺失地下结构抗浮设计依据或既有岩土工程勘察报告不满足后续上浮鉴定和抗浮加固设计需要时，应进行抗浮设防水位专项勘察。

4.3.2 抗浮设防水位专项勘察应委托原勘察单位或具备相应资质的勘察单位。

4.3.3 抗浮设防水位的确定应符合现行国家标准及相关地方规定的要求，且不应低于既有建筑地下室上浮破坏时的最高地下水位。

5 抗浮加固设计

5.1 一般规定

5.1.1 既有建筑抗浮加固设计应具备下列资料：

- 1 原岩土工程勘察报告；当原勘察报告不满足抗浮加固设计要求时，尚应补充抗浮加固设计所需的地基土相关参数；
- 2 根据工程需要出具的抗浮设防水位专项勘察报告或与抗浮设防水位相关的复核资料；
- 3 既有建筑上浮鉴定报告；
- 4 工程周边建筑物、地下管线等环境资料；
- 5 既有建筑设计文件或竣工资料；

5.1.2 抗浮加固设计方法应根据下列因素进行选择：

- 1 既有建筑的上浮破坏模式、抗浮构件的破坏情况；
- 2 既有建筑结构的损伤原因及程度；
- 3 新增抗浮结构与既有建筑结构的受力关系；
- 4 既有建筑的使用功能要求及后续工作年限；
- 5 抗浮设防水位及场地水文地质条件；
- 6 加固方案的经济合理性和加固施工的可行性。

5.1.3 抗浮加固设计时可根据既有建筑上浮破坏模式和特征，按表 5.1.3 的规定选取常用抗浮加固方法。

表 5.1.3 常用的抗浮加固方法

既有建筑上浮破坏模式	上浮破坏表现特征	常用抗浮加固方法
局部上浮破坏	局部区域底板轻微隆起， 底板轻微或无明显裂损及 渗漏	底板增强法、疏排水措施
	局部区域底板隆起、裂损 及渗漏	底板增强法、锚固补偿 法、排水卸压法

续表 5.1.3

既有建筑上浮破坏模式	上浮破坏表现特征	常用抗浮加固方法
整体上浮破坏	地下结构局部区域整体上浮，局部区域梁柱节点裂损，局部区域底板明显隆起、裂损及大量渗漏	增重法、锚固补偿法、排水卸压法、抗排联合法
	地下结构大面积整体性上浮，梁柱节点大面积裂损严重；底板大面积隆起、裂损及渗漏严重	增重法、锚固补偿法、排水卸压法、抗排联合法

注：疏排水措施是指通过在底板建筑面层内设置排水沟或在地下室底板顶面增设疏排水板等措施，将底板渗水引流至既有地下室集水坑的排水措施。当在底板面层增设排水沟时，不得凿除既有结构底板钢筋保护层。采用疏排水措施前需完成对底板损伤的修复加固。

5.1.4 既有建筑抗浮加固设计除应符合国家现行标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 及《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 等有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 治理范围应根据鉴定结论及计算分析确定；
- 2 依据鉴定报告利用既有抗浮构件的剩余抗拔承载力时，应使既有抗浮构件与新增抗浮构件的受力、变形相协调，新增抗浮构件应与既有结构构件可靠连接；
- 3 新增抗浮结构或构件不宜改变既有建筑的使用功能和环境条件，当改变时由设计单位进行复核并经业主确认；
- 4 新增构件应避免对既有结构或构件造成不利影响，如确有不不利影响，应对此进行复核，必要时需进行加固；

5.1.5 既有建筑抗浮加固设计应根据上浮破坏模式、抗浮加固方案确定抗浮加固设计内容，一般情况下抗浮加固设计宜包括下列内容：

- 1 抗浮加固方案的综合分析；
- 2 新增抗浮构件布置、承载力和变形计算及其控制标准；
- 3 既有抗浮构件、抗浮底板承载力验算；
- 4 新增构件与既有结构的连接设计及要求；
- 5 抗浮稳定性验算及分析；
- 6 地基、基础的承载力、变形验算；
- 7 排水卸压系统布置及其技术指标、质量要求；
- 8 压重、构件等材料选用及其技术指标、质量控制要求；
- 9 检验与验收要求；
- 10 监测与维护要求。

【编制说明】本条所列既有建筑抗浮加固设计的内容，既包括抗浮加固方案综合分析、新增抗浮构件布置与承载力及变形计算、验算、连接设计等设计计算内容，也包括检验与验收、监测与维护等设计文件应同步明确的要求。各项内容可根据工程实际和所采用抗浮加固方法的特点有所侧重；需要强调的是当结构质量增加、底板或结构刚度变化、抗浮设防水位变化、增加抗浮构件等均会引起基础内力重分布，故应对地基基础补充承载力和变形验算。

5.2 抗浮加固设计

I 增重法

- 5.2.1 既有建筑抗浮力不足且具备增重实施条件时，抗浮加固设计可采用增重法。
- 5.2.2 增重法设计应符合下列规定：
 - 1 增重荷载应根据抗浮验算结果确定；
 - 2 增重后地基应满足承载力、变形及稳定性要求；
 - 3 增重材料可采用素混凝土、重型混凝土等，增重荷载宜位于地下结构顶部或底板上部，并应满足既有建筑的使用功能要求。
 - 4 在地下结构顶板、楼板增重时，应先对既有结构和地基基础进行承载力和正常使用极限状态验算，当计算不满足时，应先加固既有结构再增重。
 - 5 当采用堆放铁块等重型材料时，应明确材料永久堆放要求，并应验算堆砌结构的稳定性。

5.2.3 对于作为抗浮措施的配重、永久堆积物，不能随意拆除，其自重标准值应采用铭牌标示重量和堆积重量。

【编制说明】增重法采用的配重材料，应满足耐久性，且不应対正常使用产生不利影响。如钢渣混凝土应控制氧化钙及氧化镁的含量，防止钢渣生锈造成地面开裂。既有建筑物抗浮稳定复核时，可计入建筑物内现状永久堆积物、固定设备等自重作为抗浮有利作用。

5.2.4 采用增重法进行抗浮加固应进行结构受力验算，验算应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

II 底板增强法

5.2.5 既有建筑整体抗浮满足、结构底板抗浮承载力不足出现局部上浮破坏时，抗浮加固宜采用底板增强法。

5.2.6 底板增强法设计应符合下列规定：

- 1 加固设计应按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定进行复核算。
- 2 当底板隆起位移较大时，应先采取底板复位措施，然后再加固处理；当底板隆起极大、板面裂缝较大、板底有混凝土压碎的情况时，应将压碎混凝土清理后再进行加固处理。新增钢筋混凝土板厚度不宜小于 100mm，新增混凝土强度等级应比原设计混凝土强度等级提高一级且不应低于 C30，抗渗等级不应低于原基础底板且不应低于 P8，新增板配筋应根据底板受力计算确定，底板受拉钢筋一侧的最小配筋率应满足现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 的规定；当增大截面后板底支座负弯矩钢筋不满足受弯最小配筋率要求时，可按少筋混凝土构件计算支座正截面受弯承载力，但板底支座负弯矩钢筋的配筋率不应小于 0.10%。

【编制说明】采用底板增强法加厚底板后，截面有效高度增大，抗弯承载力提高，但底板增大截面只能在既有底板上表面加厚，板底负弯矩钢筋无法补强，其配筋率会相应降低。当增大截面后板的负弯矩钢筋不满足受弯最小配筋率要求时，支座正截面受弯承载力可按少筋混凝土截面计算，并按实际情况计算冲切、剪切承

承载力，但支座负弯矩钢筋的配筋率不应小于 0.10%；跨中正弯矩区板面纵向钢筋最小配筋率应满足《混凝土结构通用规范》GB 55008、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 的规定。鉴于上述客观情况，当符合下列条件时，板底支座负弯矩钢筋最小配筋率可适当放松：1) 原配筋率满足要求；2) 增大截面后，原负弯矩区的受弯承载力按临界高度 h_{cr} 考虑；3) 增大截面后，新增跨中配筋适当放大。少筋混凝土截面的临界高度 $h_{cr} = \frac{A_s}{(\rho_{min} \cdot b)}$ ，其中 A_s 为原有负弯矩钢筋面积， ρ_{min} 为受弯最小配筋率，b 为截面宽度。底板虽不属于《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 第 8.5.3 条中的次要构件，但属超静定结构且卧置在地基上，一旦开裂，地基反力会随之调整，不会像上部结构架空的梁板那样发生突然的脆性破坏，故可适当降低受弯最小配筋率的要求。本条板底支座负弯矩钢筋最小配筋率的确定参考了《北京市既有建筑结构加固改造设计导则》（试行）第 6.2.12 条的有关规定。当防水板跨中板底纵向钢筋不存在受拉工况时，其最小配筋率亦可按 0.10% 控制。

3 底板增强法施工前，应先进行底板裂缝修复和渗漏治理。

4 植筋应采用热轧带肋钢筋，结构胶应采用以混凝土为基材的 A 级胶，性能应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定，腐蚀性环境尚应进行防腐设计。

III 锚固补偿法

5.2.7 既有建筑出现整体上浮破坏或局部上浮破坏，且具备新增抗浮锚杆、抗浮桩等锚固构件实施条件时，可采用锚固补偿法进行抗浮加固。

5.2.8 新增锚固构件应与既有结构或抗浮构件联合组成抗浮体系，新增锚固构件类型应结合工程地质和水文地质条件、工程特点、施工条件、经济性和环境要求等确定，选型时应符合下列规定：

- 1 新增锚固构件类型宜与原抗浮构件类型相同，并应考虑施工扰动对已有抗浮构件的影响；
- 2 既有建筑无抗浮构件且具备新增抗浮锚杆条件时，宜选用抗浮锚杆；
- 3 抗浮桩宜选用锚杆静压桩、微型桩。

5.2.9 新增锚固构件除应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 和四川省地方标准《四川省建筑地下结构抗浮锚杆技术规程》DBJ51/T 102 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 新增锚固构件的布置范围、承载力和数量应根据计算确定；
- 2 新增锚固构件应与既有结构可靠连接且变形协调，连接节点应满足冲切、剪切和防水等要求；
- 3 新增全粘结抗浮锚杆相对既有抗浮锚杆锚固段长度应适当加长，增加长度不宜小于 2.0m（岩石锚杆不宜小于 1.0m），并进行整体破坏抗拔承载力验算。

【编制说明】第 2 款中，新增锚固构件（抗浮锚杆、抗拔桩等）通过连接节点将抗拔力传递给既有结构底板，连接节点处承受集中抗拔力引起的局部冲切、剪切作用，应验算冲切、剪切承载力并采取可靠构造措施；同时，新增锚固构件穿越底板（防水板）处是防水的薄弱环节，地下水易沿锚固构件与底板的界面渗漏，应设置止水环、遇水膨胀止水条等防水构造，确保连接节点的防水性能。

第 3 款主要针对成都地区常用的全粘结抗浮锚杆，要求新增抗浮锚杆相对既有抗浮锚杆锚固段长度适当加长，是为了避免新增与既有抗浮锚杆锚固段应力重叠、相互削弱抗拔承载力；土层中锚固力主要依靠锚固体与土层的摩阻力，新增抗浮锚杆锚固段增加长度不宜小于 2.0m，岩石锚杆锚固力主要依靠锚固体与岩层的粘结力，岩层强度较高，锚固段长度要求可适当减小，故增加长度不宜小于 1.0m。对带扩大头的抗浮锚杆，新增抗浮锚杆与既有抗浮锚杆的锚固段宜相互错开布置，避免锚固段应力相互重叠、削弱各自抗拔承载力。当新增抗浮锚杆与既有抗浮锚杆间距较近时，可能发生锚杆连同周围土体一起被拔出的整体抗拔破坏，单根锚杆的抗拔承载力不能代表整体的抗拔能力，故应进行整体破坏抗拔承载力验算，验算时宜考虑新增与既有抗浮锚杆的共同工作及群锚效应。

5.2.10 当新增锚固构件在底板内钢筋锚固长度不足时，可在底板顶部设置钢板锚固板进行附加锚固，或在板面新增钢筋混凝土现浇叠合层或钢筋混凝土承台，并与既有结构底板牢固连接，叠合层厚度及钢筋混凝土承台高度应根据计算确定。

【编制说明】新增锚固构件的拉力需通过其在底板内的钢筋锚固可靠传递给既有结构底板，当锚固长度不足时，将无法传递抗拔力要求。此时可在底板顶部设置钢板锚固板，通过锚固板将锚固构件的拉力分散传递给底板；或通过板面新增钢筋混凝土现浇叠合层，增大锚固区域厚度及配筋以保证锚固长度；或设置钢筋混凝土承台作为锚固构件的锚固支座。叠合层厚度及钢筋混凝土承台高度应根据锚固、抗拔及冲切等受力要求计算确定。

IV 排水卸压法

5.2.11 地下水位受季节和地表水下渗等影响，水浮力短期变化大并超出原设计抗浮要求，且具备长期排水条件时，宜采用排水卸压法进行抗浮加固。

5.2.12 在透水性土层中采用排水卸压法进行抗浮加固时，应根据场地长期稳定地下水位、周边环境条件、既有建筑地下室底板及既有抗浮构件的总抗浮承载力，综合确定抗浮控制水位，不得长期抽排天然地下水资源。

【编制说明】采用排水卸压法进行抗浮加固时，可根据场地长期稳定地下水位、周边地质环境、水文环境综合确定抗浮控制水位。长期抽排地下水会改变场地及周边区域的水文地质条件，可能引发周边地面沉降、建（构）筑物不均匀变形、地下水资源枯竭、生态环境破坏等，同时也可能影响周边埋地管线的安全。因此，本条文明确禁止长期抽排天然地下水资源，引导采用绿色、可持续的排水卸压措施，或结合主动抗浮措施形成“抗排联合”的加固方案，减少对天然水文环境的影响，本条所指的天然地下水为赋存于场地含水层中、与区域水文地质系统存在稳定水力联系的地下水，不包括由地表降水、地表径流、场地积水等地表水渗入汇集，在地下室周边及底板下形成的临时滞水或局部积水。

5.2.13 排水卸压法宜采用泄水孔或卸压集水坑，并应符合下列规定：

- 1 排水卸压系统中泄水孔、卸压集水坑的位置、数量和尺寸应根据结构抗浮要求、工程地质及水文条件、排水条件等计算确定。
- 2 泄水孔、卸压集水坑宜均匀布置并适当加强抗浮薄弱位置，间距不宜大于 30m；不宜设置于人防区域，当在人防区域设置时，应满足现行国家标准《人民防空地下室设计规范》GB 50038 的有关规定，并征得原人防设计单位的同意。
- 3 泄水孔、卸压集水坑宜通过导水管将水引流到集水坑，防水板顶具备条件时，也可在板顶设置滤水层、导水层，通过排水沟将水引流到集水坑；集水坑应满足排水要求，否则应单独设置排水系统。
- 4 泄水孔内应安设泄水管，在管壁上开孔并采用无纺土工织物包裹，管外设置反滤层；卸压集水坑周边宜设置反滤层，厚度不小于 300mm。
- 5 用于抽排水的水泵应具有自动启动装置，排水能力不应小于排水卸压系统使用期内预计的最大入渗流量的 2 倍。

6 卸压集水坑井口应设置检查井，检查井尺寸宜根据排水管布置及检修要求设置。

5.2.14 排水卸压系统应满足既有结构承载及使用功能要求，且应符合下列规定：

1 排水卸压系统应进行长期监控及运营维护，并明确定期检修及维护的标准；

2 排水卸压系统的耐久性应满足既有建筑剩余工作年限的要求，工作性能应满足排水要求；

3 抽排水系统和监控系统应有备用设备和应急电源。

5.2.15 排水卸压系统应设置主动排水卸压装置并与监控系统相结合，当水压达到设定阈值时应自动排水卸压。

V 抗排联合法

5.2.16 地下水位超出原设计抗浮要求且季节性变化大、高水位作用周期短时，宜采用抗排联合法；抗浮构件宜采用抗浮锚杆、抗浮桩等，排水措施宜采用泄水孔或卸压集水坑。

5.2.17 抗排联合法卸压后的抗浮控制水位应根据既有建筑抗浮要求、结构和构件的承载力、变形、场地长期水位观测资料及其变化规律、工程经验等因素确定。

5.2.18 新增抗浮构件应满足排水卸压后的抗浮要求，排水卸压系统应符合本规程 5.2.14 条有关规定。

6 抗浮加固施工

6.1 一般规定

6.1.1 抗浮加固工程应根据场地工程地质和水文地质条件、既有结构特点、施工条件、周边环境和抗浮加固设计文件等编制施工方案。施工宜在场地枯水期进行。

6.1.2 既有建筑抗浮加固施工前，应具备下列资料：

- 1 场地岩土工程勘察报告、施工图审查合格书、图纸会审纪要及经过论证的专项施工方案；
- 2 施工机械及其配套设备的技术性能资料、原材料及其制品质检报告和工艺试验资料。

6.1.3 既有建筑抗浮加固施工前，应根据现场情况或鉴定结果对既有结构严重损伤部位进行临时加固处理。

6.1.4 既有建筑抗浮治理施工不宜对抗浮结构、构件及抗浮设施性能造成损害，当造成损害时应及时采取修复措施。

6.1.5 施工过程中应对周边环境、主体结构和地下水位等进行监测；抗浮加固施工期间应采取降排水措施。

6.1.6 抗浮构件和设施应在隐蔽前进行检验和验收，并形成验收文件。

6.2 抗浮加固施工

I 增重法

6.2.1 增重法施工时，不得损害既有关联结构或构件。

6.2.2 增重材料位于地下结构顶板时宜连续施工，施工荷载不应超过结构设计荷载。

6.2.3 增重材料需置换原配重时，置换后应及时恢复配重，水位较高时还应采取降水措施。

II 底板增强法

6.2.4 底板增强法的钢筋施工应符合下列规定：

- 1 施工过程中应采取防止钢筋锈蚀或损伤的措施，钢筋加工前应将表面清理干净；
- 2 钢筋的安装及连接应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.2.5 底板增强法的植筋施工应符合下列规定：

- 1 植筋前应对既有结构的钢筋布置情况进行调查，成孔时不得损伤原结构钢筋，基材后锚固区域不得有裂缝、疏松等缺陷；
- 2 锚孔内应先注胶黏剂，后插入锚筋，锚筋与孔壁的间隙应均匀，间隙中应充满胶体，不应有气泡或缝隙。

6.2.6 底板增强法的混凝土施工方法应根据结构特点、浇筑和振捣方式以及工程所处环境条件等确定，并应符合下列规定：

- 1 浇筑区域结构平面有高差时，宜先浇筑低区部分再浇筑高区部分。
- 2 混凝土浇筑应保证混凝土的均匀性和密实性，混凝土宜一次连续浇筑；当不能一次连续浇筑时，可留设施工缝分块浇筑，施工缝宜设置在受力小且便于后续施工的部位，施工缝处理应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。
- 3 底板原构件混凝土结合面应进行凿毛处理，有效清洁结合面，并采取涂刷结构界面胶或纯水泥浆、植筋等措施，保证新旧混凝土共同工作，结合面处理应符合现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的有关规定。

III 锚固补偿法

6.2.7 采用锚固构件进行抗浮加固需破除既有结构部分构件或在既有结构上开孔、凿洞时，应采用对既有结构损害小、振动弱的轻型工具，并应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的有关规定。

6.2.8 新增构件与既有构件的连接处理应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定。

6.2.9 抗浮桩施工应符合下列规定：

- 1 采用锚杆静压桩施工时，室内接桩应采用焊接连接，压桩力不得大于该加固部分的结构自重及配重能承受的总荷载；压桩孔在原底板上由人工或机械开孔，压桩孔的截面形状宜做成倒锥台形。
- 2 采用微型钢管桩时，应采用焊接连接，孔内灌浆材料可采用水泥砂浆、水泥浆或细石混凝土。
- 3 灌注桩的成孔、钢筋笼制作和混凝土验收等应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。
- 4 采用挤土抗浮桩时，施工过程应对既有建筑地下结构进行观测，当扰动影响结构安全时应停止施工，采取措施并满足要求后方可施工。

6.2.10 抗浮锚杆施工应符合下列规定：

- 1 地质条件和周边环境复杂、施工扰动敏感时，锚杆施工方案应经专门论证；
- 2 预应力锚杆应分级张拉；
- 3 施工应避免或减小对既有结构构件的损伤；
- 4 锚杆外伸筋体、锚垫板及锚具应进行防腐处理。

IV 排水卸压法

6.2.11 既有建筑增设排水卸压系统施工时应采取临时降排水措施。

6.2.12 卸压集水坑施工应符合下列规定：

- 1 成孔施工工艺应根据地层特点进行选择，卸压集水坑位于地下室时，基础底板范围成孔应采用对既有结构损害小、振动弱的轻型工具；
- 2 成孔验收后下放井管时不得损坏过滤结构，井管安装连接应顺直牢固；
- 3 井管宜采用桥式滤水管或不锈钢钢管，下入井管后应及时填筑滤料；
- 4 滤料填筑完成后应及时洗井，洗井应充分，直至过滤器及滤料滤水畅通，并应抽水检验卸压集水坑的滤水效果；
- 5 施工过程中应采取临时保护措施，防止卸压集水坑破坏及堵塞；

6 基础底板与井管间应采用灌浆料封闭,卸压集水坑与底板顶部应设置止水措施;

7 卸压集水坑施工完成后井口应设置检查井。

6.2.13 泄水孔施工应符合下列规定:

1 泄水孔应避免切断底板钢筋,成孔施工前应采用钢筋探测仪测试或局部剔凿方式确定底板钢筋位置;

2 泄水管宜采用不锈钢管、聚乙烯(PE)管等,应对管壁进行开孔,并采用无纺土工织物进行包裹;

3 泄水管应设置反滤层,并应定期维护检查;

4 设置在排水沟位置的泄水管出水口标高高出排水沟底不应小于 50mm,集水坑位置的泄水管出水口标高高出集水坑底不应小于 300mm。

6.2.14 基础底板顶部施工滤水层、导水层时,宜采用水平铺设无纺土工织物叠合层或满铺砂砾石层、聚乙烯格网等,导水层顶面应设置隔离膜。

6.2.15 当排水系统需进行控压时应设置控压装置,卸压集水坑、泄水孔通过导水管与集水坑或出水系统相连通,应在导水管上安装三通、球阀及排水管,并将排水管接入集水坑。卸压集水坑、泄水孔与结构底板应设置止水措施。

V 抗排联合法

6.2.16 抗排联合法施工应根据设计文件要求确定抗浮构件和排水卸压系统的施工次序。

6.2.17 抗排联合法施工时,应对已施工的抗浮构件和排水卸压系统采取保护措施。

7 渗漏治理与结构修复

7.1 一般规定

7.1.1 既有建筑渗漏治理、结构修复设计方案应根据既有建筑类型、鉴定（检测）报告、使用要求及后续工作年限等确定。

7.1.2 既有建筑渗漏治理、结构修复材料和施工工艺应根据使用要求、工程地质条件、结构特点、环境及气候条件、材料性能等因素确定，材料性能应满足施工环境保护要求，不得使用有毒有害、易燃易爆和污染环境材料。

7.1.3 填充墙开裂、附属机电设备损坏的应进行修复，满足建筑功能正常使用要求。

7.2 渗漏治理

7.2.1 渗漏治理宜先止水或引水，再采取其他修复措施，并应符合现行行业标准《地下工程渗漏治理技术规程》JGJ/T 212 的有关规定。

7.2.2 渗漏治理应在既有建筑抗浮治理完成且工程结构变形和裂缝稳定后进行。

7.2.3 渗漏治理所选用的材料应适应现场环境条件，与原防水材料相容，并应满足工程的使用功能要求。

7.2.4 有降水或排水条件的工程，渗漏治理前宜先采取降水或排水措施。具备结构迎水面侧的治理条件时，宜从迎水面采取治理措施。

7.2.5 渗漏治理前应结合上浮破坏原因、渗漏形式、渗漏位置和工程环境条件等因素，选取渗漏部位进行现场试验，确定渗漏治理工艺参数和治理的可行性。

7.2.6 渗漏治理时环境条件应符合材料施工工艺的要求，基层处理应满足材料及治理工艺的要求。

7.2.7 渗漏治理过程中应随时检查治理效果，并应做好隐蔽工程验收记录。

7.2.8 对已完成的渗漏治理部位应采取保护措施。

7.3 结构修复

7.3.1 既有建筑结构的安全等级、设计工作年限、荷载作用、材料性能、几何参数等应符合现行国家标准的有关规定。

7.3.2 结构修复设计前应进行现场踏勘，若发现结构损伤与鉴定检测报告不符，应进行补充鉴定。

7.3.3 结构修复设计除应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 既有结构损伤轻微时，应对既有结构构件出具修复方案；
- 2 既有结构损伤严重且影响结构安全时，应进行专项结构加固设计，并根据结构构件受力状态、裂缝损伤变形部位及损伤程度等选择加固方法。

7.3.4 结构修复工作应在既有建筑抗浮加固完成后实施，应减小对原结构构件或新增构件的损伤。

7.3.5 结构修复方法应与既有建筑现状紧密结合，并应使新旧结构构件连接可靠，共同工作。

7.3.6 结构修复材料应根据结构构件类型、受力状态、所处环境及使用要求等确定，并应满足可靠性、耐久性及经济性的要求。

8 检验与验收

8.1 检 验

8.1.1 钢筋、混凝土等原材料的质量检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

8.1.2 结构加固材料的质量检验应符合现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的规定。

8.1.3 新增抗浮锚杆、抗拔桩的检验应符合现行行业标准《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 及四川省地方标准《四川省建筑地基基础检测技术规程》DBJ51/014 的规定。

8.1.4 增重法应对增重材料容重、厚度进行检验；底板增强法应对底板增加厚度、钢筋保护层厚度、混凝土强度进行检验。

8.1.5 底板增强法除应对增强部位进行施工质量检验外，尚应对新旧结构锚固构件连接性能进行检测。

8.1.6 排水卸压法的质量检验应符合现行行业标准《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 及四川省地方标准《四川省不透水土层地下室排水卸压抗浮技术标准》DBJ51/T 140 的有关规定。

8.1.7 抗排联合法应分别对抗浮锚固构件和排水卸压系统进行检验。

8.2 验 收

8.2.1 抗浮治理工程验收应在施工单位自检合格、提出验收申请后进行。

8.2.2 治理牵头单位收到验收申请后，应组织相关责任主体进行质量验收。

8.2.3 防水验收应按现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108、《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 执行。

8.2.4 抗浮治理工程验收除应符合本指引的有关规定外，尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202、《混凝土结构工程施工质

量验收规范》GB50204、《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB50550、
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 等有关规定。

傳文歆fuwenxin202609071536

9 监测与维护

9.1 一般规定

9.1.1 采用排水卸压法治理的工程，监测内容应包括建筑工程全寿命周期的地下水位；当水位变化对场地或结构变形有影响时，尚应监测周边地面沉降、建筑变形等内容。

9.1.2 抗浮治理监测及维护应由治理牵头单位或施工总承包单位委托。

9.1.3 抗浮治理监测周期应包括施工期和使用期，施工期与使用期的监测宜由同一家监测单位完成。

9.1.4 抗浮监测结果异常时，应及时反馈至设计单位、工程管理部门、产权单位及使用单位。

9.2 监测

9.2.1 监测方案应根据抗浮治理工程设计文件和施工方案编制。监测方案内容应包括监测项目、测点布置和数量、监测仪器与设备、监测频率、监测数据整理与反馈、监测控制标准、预警值及应急处理措施等。

9.2.2 采用排水卸压技术治理的工程，应根据项目具体情况设定地下水位预警值。预警值的确定应有一定安全储备，达到预警值时应启动应急响应措施。

9.2.3 监测过程中应及时整理监测资料，发现异常应及时预警并反馈。

9.2.4 监测仪器应具有良好的稳定性和长期使用性能，使用前应进行标定，合格后方可使用。

9.3 维护

9.3.1 运营维护应分为日常巡检、专业巡检和故障应急处置，并应符合下列规定：

- 1 应开展日常巡检，内容应包括主动抗浮设备表观状态、供电情况、水泵运行状态等；
- 2 专业巡检应全面掌握设备运行状态及卸压效果，巡检内容应包括卸压集水坑清淤、引水管道疏通、设备故障维修等；
- 3 发生应急情况时，应立即开展应急处置，保障结构安全；
- 4 采用排水卸压法的项目交付使用时，设计单位应向维护运营单位提供维保手册。

9.3.2 采用主动抗浮措施的项目，抗浮设施发生故障时应及时维修，设备维修不应改变原有使用功能。

9.3.3 排水卸压系统中过滤装置应按规定维护或更换，出现影响耐久性的缺陷时应及时处理；当监测数据出现异常或发现影响正常使用的现象时，应及时维修，必要时采取治理措施。

9.3.4 排水卸压系统的维护应符合现行地方标准《四川省不透水土层地下室排水卸压抗浮技术标准》DBJ51/T 140 的有关规定。

附表 A 上浮调查意见表

项目名称	
原建设单位	
原勘察单位	
原设计单位	
地下室层数	
工程概况：	
现场调查情况： 傅文歆fuwenxin202609071536	
初步结论和建议： 签字： 年 月 日	

附表 B 常用抗浮加固方法技术经济对比表

抗浮加固方法	适用场景	技术优势	技术局限	施工难度与工期	综合造价	运维成本
增重法	1) 整体或局部上浮破坏，具备足够覆土（压重）空间； 2) 主体结构的基础承载力可满足增重荷载要求；	1) 施工工艺成熟、操作简便； 2) 抗浮效果可靠，可通过压重重量抗浮； 3) 无复杂的地下隐蔽工程，施工质量易检测；	1) 新增恒载会提高主体结构、基础的承载力要求，可能需同步加固主体或基础； 2) 增重层会占用地下室净高；	难度： 低； 工期： 短（仅需压重材料铺设浇筑，无复杂工序）	低 （增重厚 $\leq 500\text{mm}$ 时）； 中 （顶板增重，需同步加固主体结构时）； 造价与增重厚度、材料单价相关	低 （压重材料耐久性好，无后期维护需求）
底板增强法	1) 局部上浮破坏，底板局部隆起、裂损、渗漏； 2) 无整体结构失稳风险，仅需提升底板局部抗浮承载力； 3) 地下室净高有冗余空间；	1) 施工工艺成熟； 2) 加厚层可同步修复底板裂损、渗漏问题； 3) 抗浮承载力提升效果直接；	1) 底板加厚会抬高地坪标高，减少地下室净高； 2) 加厚层与原底板的粘结、防水处理难度大，加厚厚度较小时可能出现二次渗漏；	难度： 低； 工期： 短（仅需局部底板浇筑）	中 （按底板加厚面积、厚度计算） 综合造价相对经济	低 （需定期检查加厚层防水、开裂情况）

续 附表 B

抗浮加固方法	适用场景	技术优势	技术局限	施工难度与工期	综合造价	运维成本
锚固补偿法	1) 整体上浮破坏，具备增设抗浮锚固构件的条件； 2) 地层条件良好，可提供足够的锚固力；	1) 抗浮承载力强，可通过锚杆 / 桩数量、长度精准控制，适用于大规模整体上浮； 2) 不占用地下室净高，对使用功能无影响； 3) 耐久性好，抗浮效果长期稳定；	1) 施工具有一定难度，需专业设备进场，对施工机械作业空间有要求； 2) 锚杆施工需穿透含水层，易引发施工期涌水、涌砂风险； 3) 对地层条件要求高，软土、岩溶地层锚固可靠性低，施工质量检测难度大	难度： 高； 工期： 长（需钻孔、注浆、养护等多道工序，受地层条件影响大）	高 （按锚杆 / 桩的类型、数量、长度计算，综合造价较高）	低 （锚固构件耐久性好，无后期维护需求，需定期监测锚固力）
排水卸压法	1) 整体或局部上浮破坏； 2) 地下室具备设置卸压集水坑、卸压阀的空间； 3) 人防地下室不宜采用； 4) 透水土层中谨慎采用。	1) 可主动降低地下水位，从根源消除浮力，抗浮效果可实时监测； 2) 施工工艺成熟； 3) 对主体结构无额外荷载影响；	1) 人防区不宜采用，易破坏人防工程的密闭性、抗冲击性； 2) 长期排水会影响周边地下水环境，可能引发周边建筑沉降； 3) 卸压系统需长期运行，存在设备故障、堵塞风险	难度： 中； 工期： 短（需钻孔、安装卸压设备、铺设排水管网）	低 （按卸压集水坑、卸压阀数量、排水系统规模计算，综合造价经济）	高 （需定期检查卸压设备、清理管网，长期运行有电费、维护费）

续 附表 B

抗浮加固方法	适用场景	技术优势	技术局限	施工难度与工期	综合造价	运维成本
抗排联合法	1) 单一抗浮加固方法无法满足抗浮要求的复杂场景； 2) 整体上浮破坏，存在地层条件差、地下水位高、结构承载力有限等多重限制；	1) 可根据项目实际情况灵活组合抗浮方案，抗浮加固方式灵活； 2) 可充分发挥不同方法的优势，规避单一方法的短板，适配复杂工程场景； 3) 抗浮承载力可通过多方案组合精准调控；	1) 施工工序复杂，需多专业配合，施工难度大； 2) 方案设计难度高，需同步考虑不同方法的协同工作机制； 3) 造价受组合方案影响大，前期设计周期长；	难度： 高； 工期： 长（多工序交叉施工，需协调不同专业作业）	中 - 高 （根据确定的抗浮联合方法分别计算，同等条件下综合造价相对单一抗浮加固方法经济）	中 - 高 （根据组合方案的维护需求确定，含设备维护、结构监测等）