

# 某在建度假村地下室混凝土裂缝的现场调查及检测分析

骆瑞萍<sup>1</sup>, 张磊<sup>2\*</sup>, 鄢含<sup>1</sup>, 闫腾飞<sup>2</sup>

<sup>1</sup>湖北省建筑科学研究设计院股份有限公司, 湖北 武汉

<sup>2</sup>中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉

Email: \*changlei\_zhang@qq.com

收稿日期: 2021年5月1日; 录用日期: 2021年5月15日; 发布日期: 2021年5月27日

## 摘要

针对某温泉度假村地下室工程在施工期间出现整体上浮, 地下室部分底板和顶板出现裂缝, 采用现场调查及检测的方式对结构进行了安全评价分析。主要对构件间距和尺寸进行了检查; 对混凝土构件钢筋进行检测; 对构件混凝土抗压强度进行抽检; 对梁板高程和柱子垂直度、裂缝的长度、宽度和深度进行了检测分析; 采用地质雷达推定地下室底板空鼓情况; 对建筑抗浮进行验算。结果表明: 1) 地下室整体不均匀上浮, 整体上向南西方向倾斜, 抗浮不满足设计要求, 是导致事故的主要原因。2) 柱构件轴线位置偏差较大, 墙构件钢筋间距不达标, 构件截面尺寸不符合标准, 导致构件出现局部应力集中, 为事故的次要原因。3) 建议对地下室整体进行纠偏后加固, 严格落实施工中的保证结构安全性的施工措施。

## 关键词

混凝土裂缝, 现场调查, 取样检测, 地下室上浮

# Site Investigation and Testing on Basement Concrete Cracks of a Resort during Construction

Ruiping Luo<sup>1</sup>, Lei Zhang<sup>2\*</sup>, Han Yan<sup>1</sup>, Tengfei Yan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hubei Provincial Academy of Building Research and Design Co., Ltd., Wuhan Hubei

<sup>2</sup>Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan Hubei

Email: \*changlei\_zhang@qq.com

Received: May 1<sup>st</sup>, 2021; accepted: May 15<sup>th</sup>, 2021; published: May 27<sup>th</sup>, 2021

\*通讯作者。

文章引用: 骆瑞萍, 张磊, 鄢含, 闫腾飞. 某在建度假村地下室混凝土裂缝的现场调查及检测分析[J]. 土木工程, 2021, 10(5): 449-459. DOI: 10.12677/hjce.2021.105051

## Abstract

In response to the overall uplift of a hot spring resort basement project during construction and cracks in part of the basement floor and roof slab, a safety evaluation analysis of the structure was conducted by means of on-site investigation and testing. The spacing and size of the members were mainly inspected; the reinforcement of concrete members was tested; the compressive strength of the concrete of the members was sampled; the beam slab elevation and column verticality, the length, width and depth of cracks were tested and analyzed; geological radar was used to presume the hollow bulge of the basement bottom slab; and the building floatation resistance was tested and calculated. The results showed that: 1) The basement as a whole was unevenly floated and tilted to the south-west direction as a whole, and the anti-floating did not meet the design requirements, which was the main cause of the accident. 2) The deviation of the axis position of the column members is large, the spacing of the reinforcement of the wall members is not up to standard, and the cross-sectional size of the members does not meet the standard, resulting in local stress concentration in the members, which is the secondary cause of the accident. 3) It is suggested that the basement as a whole should be reinforced after correcting the deviation, and the construction measures to ensure structural safety during construction should be strictly implemented.

## Keywords

Concrete Cracks, Site Investigation, Sampling and Testing, Basement Uplift

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来,房屋建筑普遍运用地下室架构,而该部位施工过程中,混凝土裂缝问题常常发生[1][2][3],这将很大程度上影响整体工程质量及建筑安全稳定性[4]。

诸多学者致力于对混凝土裂缝的成因、表现及防治措施的研究[5][6][7]。余晓炯[8]以同悦湾住宅项目地下室工程裂缝为背景,探讨了混凝土裂缝的成因,分析了温度裂缝、收缩裂缝、受拉裂缝的机理,提出释放混凝土内部应力、减少混凝土自身收缩变形、增强构件抗裂性能等措施。辛雷[9]等利用 PKPM V32 软件建立地下室顶板模型,研究了荷载因素对顶板裂缝的影响。乔伟[10]对地下室构件开裂和变形原因采用现场调查和取样检测的方法开展分析,并进行了地下室抗浮承载力验算。刘方浩[11]从施工原材料、工程设计质量、施工过程质量、全面质量管理等多方面考虑,对地下室工程裂缝控制进行系统的剖析,并对常见的裂缝问题提出有效的解决方法。

本文结合某在建地下室工程混凝土裂缝,对结构进行现场检查及取样检测,调查了主要构件间距和尺寸,对构件钢筋保护层厚度、钢筋间距进行抽检,对梁板高程和柱垂直度进行测量,对裂缝的长度、宽度和深度进行检测,此外还采用地质雷达来推定地下室底板空鼓情况。最后总结分析裂缝发生原因,并提出处理措施与建议,为类似工程提供经验参考。

## 2. 工程概况

某温泉度假村工程为地下一层、地上一层结构,主楼部分为钢框架结构体系,地下室采用现浇混凝

土楼板，上部结构的嵌固端为基础顶，地下室建筑面积 1013.04 m<sup>2</sup>，柱网间纵向柱距约为 4.85~7.05 m，横向柱距在 7.80~8.00 m 之间，结构平面轴网如图 1 所示。施工期间发现地下室整体上浮，地下室部分底板和顶板出现裂缝，部分地板沟槽已存在渗水现象(图 2)。

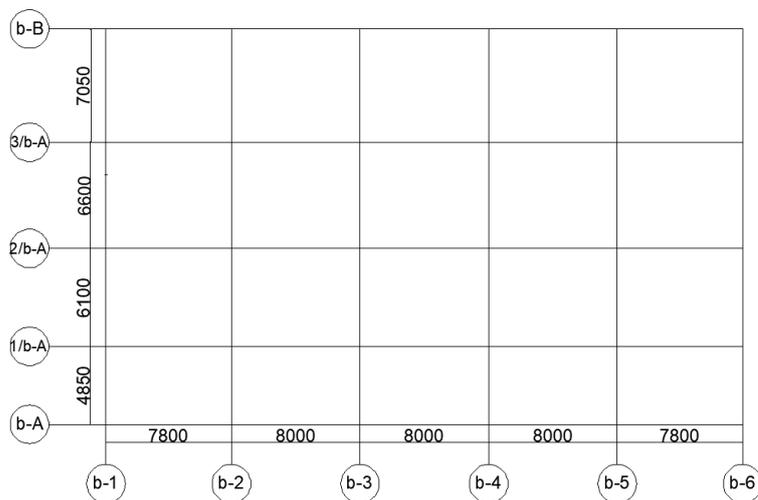


Figure 1. Planar axis network diagram  
图 1. 平面轴网图



Figure 2. Negative 1 floor basement and leakage situation  
图 2. 负 1 层地下室及渗漏情形

### 3. 现场调查检测及数据分析

#### 3.1. 裂缝情况

采用混凝土裂缝缺陷综合测试仪对现场裂缝分布情况进行检测，现场检测发现地下室顶板裂缝较多，发现裂缝约 90 条，裂缝多分布于中部最大降板四周(图 3)，部分为贯穿缝，裂缝最大长度 4500 mm，最大宽度 2.60 mm，中部降板裂缝较少；地下室底板裂缝较少，主要位于西侧集水沟附近(图 4)，裂缝最大长度 4900 mm，最大宽度 0.52 mm；地下室东侧、南侧和北侧外墙(图 5)有少量裂缝，裂缝多倾斜向下延伸，裂缝最大长度 3140 mm，最大宽度 0.24 mm；地下室中部最大降板四周的梁裂缝较多(图 6)，裂缝多

呈竖向分布，大部分为 U 型缝，裂缝最大长度为 1450 mm，裂缝最大宽度 2.40 mm；地下室西南部少量柱顶存在裂缝(图 7)，裂缝较宽，地下室南侧楼梯柱柱脚存在多条宽裂缝(图 8)，最大宽度 6.50 mm。



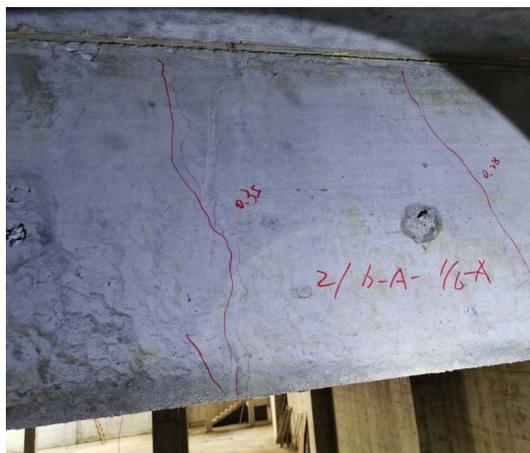
Figure 3. Cracks in roof slab  
图 3. 顶板裂缝



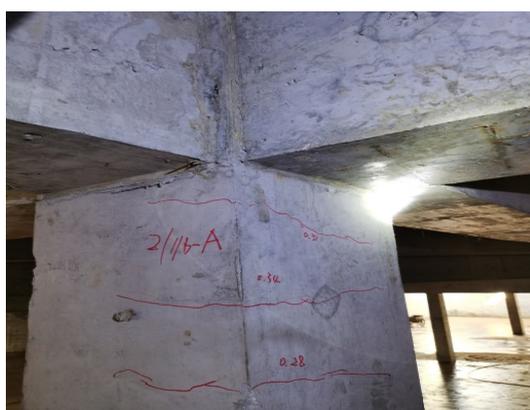
Figure 4. Cracks in the base plate  
图 4. 底板裂缝



Figure 5. Wall cracks  
图 5. 墙体裂缝



**Figure 6.** Beam cracks  
**图 6.** 梁裂缝



**Figure 7.** Cracks on the top of column  
**图 7.** 柱顶裂缝



**Figure 8.** Staircase column cracks  
**图 8.** 楼梯柱裂缝

### 3.2. 主要构建间距复核

现场采用激光测距仪对混凝土柱间距进行检测, 结果如表 1 所示, 抽检 10 处混凝土柱间距, 根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)中 8.3.2 条规定, 柱构件轴线位置允许偏差为 8 mm,

由表 1 可知, 抽检柱构件轴线位置合格率为 40.0%。轴线偏差范围为-202 mm 至+13 mm。这将较大影响顶板、底板局部应力分布, 导致混凝土裂缝。

**Table 1.** Column member spacing test results  
**表 1.** 柱构件间距检测结果

序号	轴号	类型	设计值(mm)	实测值(mm)	偏差
1	(b-1)-(b-2)/(1/b-A)	柱轴线间距	7800	7797	-3
2	(b-2)-(b-3)/(1/b-A)	柱轴线间距	8000	<b>8013</b>	<b>+13</b>
3	(b-3)-(b-4)/(1/b-A)	柱轴线间距	8000	<b>7986</b>	<b>-14</b>
4	(b-4)-(b-5)/(1/b-A)	柱轴线间距	8000	8000	0
5	(b-5)-(b-6)/(1/b-A)	柱轴线间距	7800	7800	0
6	(b-4)/(b-A)-(1/b-A)	柱轴线间距	4700	<b>4713</b>	<b>+13</b>
7	(b-4)/(1/b-A)-(2/b-A)	柱轴线间距	6250	6248	-2
8	(b-4)/(2/b-A)-(3/b-A)	柱轴线间距	6600	<b>6611</b>	<b>+11</b>
9	(b-4)/(3/b-A)-(b-B)	柱轴线间距	7050	<b>7032</b>	<b>-18</b>
10	(b-3)/(2/b-A)-(3/b-A)	柱轴线间距	7800	<b>7598</b>	<b>-202</b>

### 3.3. 构件截面尺寸

现场采用钢卷尺和楼板测厚仪对地下室顶板、底板、墙、柱和梁构件截面尺寸进行检测, 其中墙体和底板厚度检测利用现有开孔和钻芯方式检测, 分别抽检 10 根柱构件、5 根梁构件、5 块底板、7 块顶板和 3 块外墙, 依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)规定, 混凝土构件截面尺寸允许偏差为+10 mm, -5 mm, 且受检构件尺寸偏差最大值不大于允许偏差的 1.5 倍。

结果如表 2 所示: 所抽检柱构件截面尺寸合格率为 60.0%, 部分柱构件截面宽度偏差超过允许偏差的 1.5 倍, 不符合标准要求。所抽检梁构件截面尺寸偏差合格点率为 80.0%, 符合规范要求。所抽检底板构件截面尺寸偏差合格点率为 80.0%, 符合规范要求。所抽检顶板构件截面尺寸偏差合格点率为 85.7%, 符合规范要求。所抽检墙构件截面尺寸偏差合格点率为 80.0%, 符合规范要求。结果表明构件截面尺寸因素对裂缝影响甚微。

**Table 2.** Component section size failure results  
**表 2.** 构件截面尺寸不合格结果

轴号	构件	设计值(mm)	实测平均值(mm)	偏差
(b-1)/(1/b-A)	柱	400*400	412*390	<b>+12, -10</b>
(b-5)/(1/b-A)	柱	400*400	405*505	+5, <b>+105</b>
(b-1)/(2/b-A)	柱	400*400	412*388	<b>+12, -12</b>
(b-1)/(3/b-A)	柱	400*400	411*389	<b>+11, -11</b>
(b-1)-(b-2)/(2/b-A)	梁	350*650	350*640	0, <b>-10</b>
(b-1)-(b-2)/(b-A)-(1/b-A)	底板	300	330	<b>+30</b>
(b-3)-(b-4)/(2/b-A)-(3/b-A)西	顶板	250	270	<b>+20</b>
(b-2)-(b-3)/(b-B)	墙	300	290	<b>-10</b>

### 3.4. 混凝土构件钢筋保护层厚度检测

采用钢筋检测仪对混凝土墙、板、梁和柱钢筋保护层厚度进行抽样检测，分别抽取 8 块顶板、8 块外墙和 6 根梁构件，按照《混凝土中钢筋检测技术规程》(JGJ/T152-2019)规定，所抽检墙构件 96 个保护层厚度测点中，合格点数为 38 个，墙构件钢筋保护层厚度实测偏差值合格点率为 39.6%，不符合规范要求；所抽检顶板构件 96 个保护层厚度测点中，合格点数为 52 个，板构件钢筋保护层厚度实测偏差值合格点率为 54.2%，不符合规范要求；所抽检梁构件 25 个保护层厚度测点中，合格点数为 11 个，墙构件钢筋保护层厚度实测偏差值合格点率为 54.0%，不符合规范要求。保护层厚度不够容易造成钢筋锈蚀，降低结构受力可靠度，同时无法保证钢筋与混凝土协同工作，影响结构受力特性，易产生裂缝。

### 3.5. 构件混凝土抗压强度

现场对混凝土墙、柱构件进行混凝土抗压强度检测，地下室底板、剪力墙和柱构件混凝土强度设计值均为 C30。采用回弹法和钻芯法进行检测(见表 3 和表 4)，分别抽检 8 面墙和 8 根柱构件，抽检结果显示墙、柱构件现龄期混凝土抗压强度普遍大于 60 MPa，初次钻芯抽检(b-4)-(b-5)/(3/b-A)轴和(b-5)-(b-6)/(3/b-A)轴剪力墙构件现龄期混凝土抗压强度推定值分别为 76.9 MPa 和 65.5 MPa，由于回弹及钻芯初测结果远高于设计值，故在同一构件相邻区域抽取同样数量芯样进行复测，复测结果显示现龄期混凝土抗压强度推定值分别为 71.2 MPa 和 67.4 MPa。钻芯法抽检(b-3)-(b-4)/(b-A)-(1/b-A)轴、(b-3)-(b-4)/(3/b-A)-(b-B)轴和(b-5)-(b-6)/(1/b-A)-(2/b-A)轴地下室底板现龄期混凝土抗压强度推定值分别为 49.3 MPa、42.3 MPa 和 47.5 MPa。结果表明混凝土裂缝并非是由于构件材料强度不足造成的。

Table 3. Compressive strength testing of concrete for beam members by rebound method

表 3. 回弹法检测梁构件混凝土抗压强度

构件名称	构件轴号	设计强度等级	平均强度值(MPa)	最小测区强度值(MPa)	强度推定值(MPa)
柱	(b-4)/(b-A)	C30	/	>60	>60
柱	(b-4)/(2/b-A)	C30	/	52.6	/
柱	(b-2)/(b-A)	C30	/	>60	>60
柱	(b-2)/(1/b-A)	C30	54.2	51.0	51.0
柱	(b-5)/(2/b-A)	C30	/	56.0	/
柱	(b-4)/(1/b-A)	C30	/	49.5	/
柱	(b-3)/(2/b-A)	C30	/	48.4	/
柱	(b-1)/(b-A)	C30	/	>60	>60
墙	(b-3)-(b-4)/(b-A)	C30	/	>60	>60
墙	(b-1)-(b-2)/(b-A)	C30	/	>60	>60
墙	(b-1)/(b-A)-(1/b-A)	C30	/	>60	>60
墙	(b-5)-(b-6)/(b-A)	C30	/	56.5	/
墙	6/(2/b-A)-(3/b-A)	C30	/	58.1	/
墙	(b-5)-(b-6)/(3/b-A)	C30	/	>60	>60
墙	(b-4)-(b-5)/(3/b-A)	C30	/	>60	>60
墙	(b-1)/(1/b-A)-(2/b-A)	C30	/	>60	>60

**Table 4.** Drilling core method for testing the compressive strength of concrete of beam members  
**表 4.** 钻芯法检测梁构件混凝土抗压强度

构件轴号	构件名称	初测		复测	
		现龄期混凝土抗压强度值(MPa)	现龄期混凝土抗压强度推定值(MPa)	现龄期混凝土抗压强度值(MPa)	现龄期混凝土抗压强度推定值(MPa)
(b-3)-(b-4)/(b-A)-(1/b-A)	底板	51.3			
		49.3	49.3	/	/
		49.7			
(b-3)-(b-4)/(3/b-A)-(b-B)	底板	42.3			/
		47.9	42.3	/	
		47.5			
(b-5)-(b-6)/(1/b-A)-(2/b-A)	底板	51.7			/
		49.2	47.5	/	/
		49.2			
(b-4)-(b-5)/(3/b-A)	墙	79.3		75.7	
		76.9	76.9	71.2	71.2
		80.2		76.9	
(b-5)-(b-6)/(3/b-A)	墙	72.3		74.4	
		74.2	65.5	75.5	67.4
		65.5		67.4	

### 3.6. 地下室梁板高程和柱垂直度检测

采用高精度全站仪、电子水准仪对地下室结构顶板顶面高程、地下室底板板面高程、地下室梁高程和柱垂直度进行检测。

结果表明：地下室顶板板面呈现出东北高、西南低的特点，最高处为东北角，其高程为 66.0999 m，最低处为西南角，其高程为 65.3977 m。与地下室顶板边缘对应板面设计标高(65.200 m)相比，地下室整体上浮，上浮量达 0.1977~0.8999 m。整体上地下室向西南方向倾斜，经计算，西向局部倾斜率 21.4‰~24.4‰，南向局部倾斜率 2.5‰~4.5‰；地下室底板板面亦呈现出东北高、西南低的特点，最高处为东北侧，其高程为 59.7918 m，最低处为西南角，其高程为 59.1788 m。与地下室底板板面设计标高(59.100 m)相比，地下室整体上浮，上浮量达 0.0788~0.6918 m，与按地下室顶板高程推定上浮量存在一定差异，与施工误差和地下室浮起后自身变形有关。整体上地下室向西南方向倾斜，经计算，西向局部倾斜率 25.1‰~27.1‰，南向局部倾斜率 2.2‰~3.9‰。

由表 5 可知，地下室梁西向局部倾斜率最高达 27.7‰，南向局部倾斜率 2.5‰~5.5‰，与地下室板倾斜相符。

由表 6 可知，柱东西方向倾斜率 22.7‰~30.0‰，南北方向倾斜率 0.5‰~4.5‰，同样与板倾斜相符。

由结果可知，地下室水浮力 F 大于地下室自重及其作用荷载之和，且地下室东西两侧受向下阻力不同，致使地下室整体呈现不均匀上浮，将导致构件开裂，直接危害建筑使用及结构安全。

**Table 5.** Basement beam elevation testing  
**表 5.** 地下室梁标高检测

梁构件编号	梁左端点高程(m)	梁右端点高程(m)	倾斜率(‰)
(b-2)-(b-3)/(2/b-A)	63.3058	63.3268	2.6
(b-2)-(b-3)/(3/b-A)	63.1268	63.1528	3.3
(b-3)-(b-4)/(3/b-A)	63.1528	63.1968	5.5
(b-3)-(b-4)/(2/b-A)	63.3268	63.3548	3.5
(b-3)-(b-4)/(1/b-A)	63.4956	63.5158	2.5
(b-4)-(b-5)/(2/b-A)	63.3548	63.3898	4.4
(b-4)-(b-5)/(1/b-A)	63.3058	63.1268	27.1
(1/b-A)-(2/b-A)/(b-3)	63.4956	63.3268	27.7
(2/b-A)-(3/b-A)/(b-3)	63.3268	63.1528	26.4
(1/b-A)-(2/b-A)/(b-4)	63.5158	63.3548	26.4
(2/b-A)-(3/b-A)/(b-4)	63.3548	63.1968	23.9
(1/b-A)-(2/b-A)/(b-5)	63.4968	63.3898	17.5

备注: 1) 梁左端为南侧或东侧, 梁右端为北侧或西侧。2) 梁倾斜率 = 梁两端高差/梁跨。

**Table 6.** Column verticality testing  
**表 6.** 柱垂直度检测

柱构件编号	垂直度偏差(mm)		倾斜率(‰)	
	东西方向	南北方向	东西方向	南北方向
(b-5)/(1/b-A)	90.0	7.0	23.1	1.9
(b-4)/(1/b-A)	97.0	5.0	24.6	1.4
(b-3)/(1/b-A)	91.0	5.0	23.3	1.2
(b-2)/(1/b-A)	95.0	7.0	24.2	1.7
(b-5)/(2/b-A)	88.0	2.0	22.7	0.5
(b-4)/(2/b-A)	117.0	18.0	30.0	4.5
(b-3)/(2/b-A)	98.0	3.0	25.4	0.8
(b-2)/(2/b-A)	114.0	4.0	29.3	1.1
(b-3)/(3/b-A)	102.0	11.0	25.8	2.7

备注: 1) 柱垂直度以柱底为准, 柱顶向南或向西偏为正, 反之为负。2) 柱倾斜率 = 柱垂直度偏差/(柱上部标高 - 柱底部标高), 且以向南倾、西倾为正。

### 3.7. 地质雷达探测

采用地质雷达来推定地下室底板空鼓情况, 根据地质雷达探测结果(见图 9 和图 10), 东侧底板上浮导致的脱空较西侧底板脱空厚度大, 东侧脱空厚度约为 0.55~0.75 m, 西侧脱空厚度约为 0.10~0.40 m, 平行于南北轴向线的脱空厚度基本一致。部分区域可能存在因土质流失导致的底面不平整。

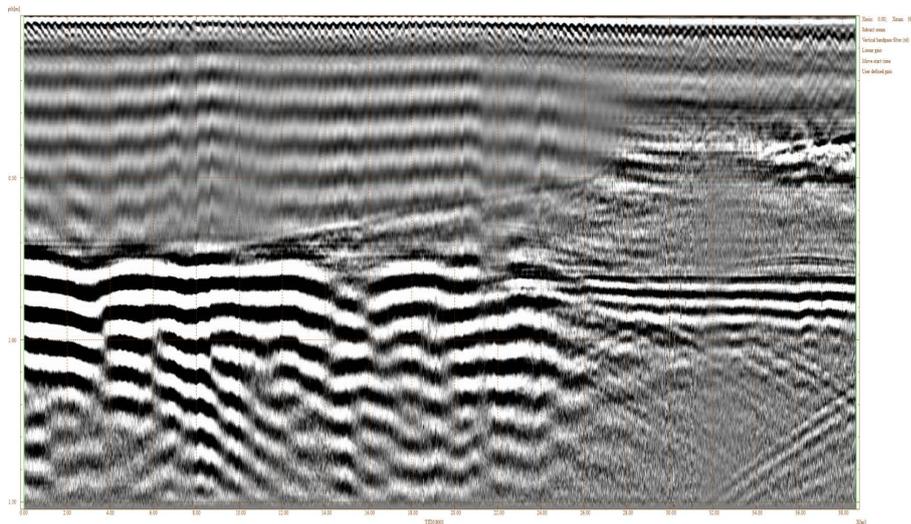


Figure 9. Radar photo of the measurement line between axis b1~b2 (from east to west)  
图 9. 轴线 b1~b2 之间测线(由东向西)雷达照片

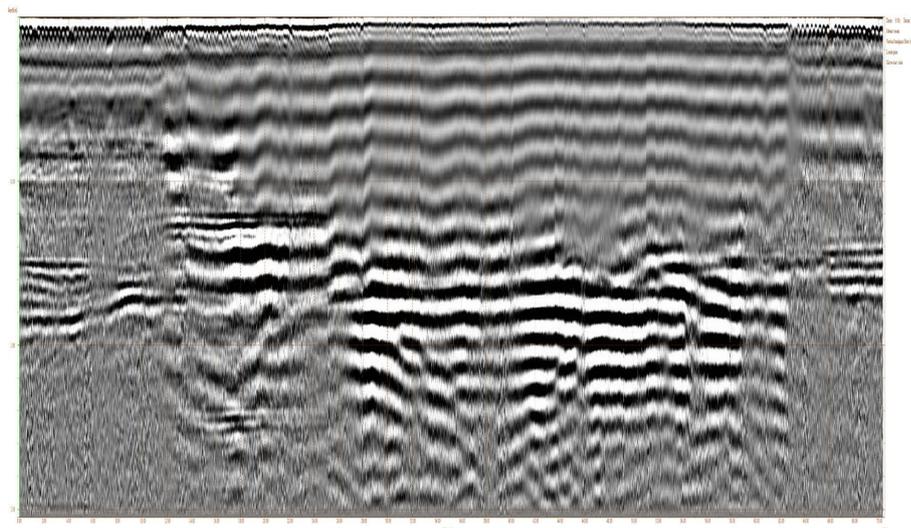


Figure 10. Radar photo between axis 1/b-A-2/b-A (from north to south)  
图 10. 轴线 1/b-A-2/b-A 之间(由北向南)雷达照片

### 3.8. 建筑抗浮验算

地下室抗浮验算主要依据为结构设计图、详细勘察资料及补充勘察资料。场区内地下水主要为上层滞水，验算时，抗浮水位标高取至地下室所在场地地表最高处(65.000 m)。

经验算，局部抗浮验算安全系数为0.242，整体抗浮验算安全系数为0.377，均远小于规范要求值1.05，地下室抗浮不满足规范要求。这与前文地下室梁板高程整体升高的结果是吻合的。

### 3.9. 现场发现的其他质量问题

采用钢筋检测仪对混凝土墙和板钢筋间距进行抽样检测，分别抽取 8 片墙和 8 块板构件，根据《混凝土中钢筋检测技术规程》(JGJ/T152-2019)，所抽检轴号(b-1)-(b-2)/(b-A)、(b-2)-(b-3)/(b-A)、(b-3)-(b-4)/(b-A)、(b-6)/(1/b-A)-(2/b-A)墙构件钢筋间距不符合规范要求，将导致地下室墙受力不均，产生裂缝。

#### 4. 检测结果与事故原因分析

根据现场调查和检测分析, 得出了该地下室裂缝的调查与检测结果如下: 1) 柱构件轴线位置偏差较大, 超出规范规定值。2) 柱构件截面尺寸不符合标准要求。梁、底板、顶板、墙构件截面尺寸达到规范标准。3) 墙、板、梁构件钢筋保护层厚度超出规范要求。4) 墙构件钢筋间距达不到规范标准, 板构件钢筋间距符合规范要求。5) 梁底部纵向受力钢筋数量符合设计要求, 柱构件受力钢筋数量符合设计要求。6) 墙、柱、底板混凝土抗压强度推定值达到设计强度等级。7) 地下室整体不均匀上浮, 局部抗浮验算安全系数低至 0.242, 上浮量最大值 0.6928 m。8) 东侧底板脱空较西侧底板脱空厚度大, 东侧脱空厚度约为 0.55~0.75 m。

根据以上调查与检测结果, 对该地下室混凝土裂缝事故展开事故原因分析。

1) 该工程抗浮水位选取不符合现场实际情况, 当取地下室所在场地地表最高处作为抗浮水位验算时, 抗浮安全系数远小于规范值, 根据地质雷达检测结果, 地下室底板已然出现脱空情况, 且脱空厚度高达 0.75m, 即实际抗浮水位与设计抗浮水位不符, 地下室整体上浮产生的差异变形是导致事故的根本原因。

2) 部分构件轴线位置偏差、构件截面尺寸、钢筋保护层厚度、钢筋间距不满足设计要求, 仓促施工, 同时监管不力, 施工质量存在隐患, 结构安全性和稳定性未达到既定设计值, 导致地下室刚度不均, 在较大浮力作用下, 产生不均匀变形, 形成大小不一的裂缝。

因此, 构件施工质量差, 钢筋设置不符合要求, 为事故发生的次要原因。

#### 5. 结论与建议

根据对事故的现场调查和原因分析, 提出以下主要结论和建议:

1) 该地下室结构施工时实际抗浮水位与设计抗浮水位严重不符, 致使地下室整体上浮高达 0.69 m, 且未按规范及设计要求采取临时补救措施。为此次事故的主要原因。

2) 构件施工质量差, 钢筋设置不符合规范要求, 施工质量存在重大隐患, 导致了结构整体刚度不足, 在浮力作用下产生局部应力集中。为此次事故的次要原因。

3) 建议对地下室整体不均匀上浮进行纠偏后加固处理; 针对存在收缩裂缝构件封闭处理; 对东侧地下室底板脱空区域进行加固处理。

4) 在施工过程中应严格遵守相关规范和设计要求, 在施工前严格制定施工方案, 恪守施工准则, 合理采取临时措施, 考虑多方面影响因素, 制定切实可行的应急方案。

#### 参考文献

- [1] 杨波, 怀亚, 葛新亚. 地下室顶板裂缝检测及其处理研究[J]. 九江学院学报(自然科学版), 2016, 31(4): 24-28.
- [2] 许益民. 地下室结构顶板裂缝的防控[J]. 科技创新导报, 2017, 14(5): 32+34.
- [3] 黄钦明. 某工程地下室裂缝原因鉴定分析[J]. 广东土木与建筑, 2017, 24(4): 69-71.
- [4] 郭新新, 王玉田, 姜福香, 等. 某框剪结构地下室顶盖异常开裂的分析与处置[J]. 青岛理工大学学报, 2018, 163(4): 31-36.
- [5] Lu, H.R., Swaddiwudhipong, S. and Wee, T.H. (2001) Evaluation of Thermal Crack by a Probabilistic Model Using the Tensile Strain Capacity. *Magazine of Concrete Research*, **53**, 25-30. . <https://doi.org/10.1680/macr.2001.53.1.25>
- [6] 邵浩祥. 高层建筑地下室底板裂缝控制施工技术[J]. 工程建设与设计, 2019(22): 168-169.
- [7] 侯聚玲, 彭云林, 张威扬, 彭俊, 陆本燕. 地下室外墙裂缝防治措施的成效分析[J]. 施工技术, 2017, 46(S2): 1121-1123.
- [8] 余晓炯. 同悦湾 AC-13 地块住宅项目超长地下室结构施工裂缝的控制[J]. 上海建设科技, 2018(1): 46-47.
- [9] 辛雷, 管亚辉, 李晶晶, 幸坤涛. 某地下室混凝土顶板裂缝原因分析[J]. 青岛理工大学学报, 2018, 39(6): 39-42.
- [10] 乔伟. 某住宅楼人防地下室构件裂缝检测及加固方案分析[J]. 安徽建筑, 2018, 24(5): 325-328.
- [11] 刘方浩. 地下室防水工程质量管理与裂缝处理研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌航空大学, 2018.