

天然地基独立基础。

(2) 车库部分

地下车库一，基底标高为 51.30~53.30m，基础形式采用独立基础。基底标高以下①层素填土、①-1 层杂填土承载力不满足设计要求，均匀性差，建议挖除，其余地层满足要求，建议以②层粉质粘土、②-1 层含碎石粉质粘土、③层全风化花岗岩、④层强风化花岗岩、⑤层中风化花岗岩作为基础持力层，采用独立基础。

4.1.3 地基均匀性评价

(1) 根据各建筑物持力层及主要受力层所处地貌单元、地层空间分布特征，地基均匀性分析评价见表 15:

地基均匀性评价表 表 15					
特征 建筑物	基础形式	基底标高 (m)	建议基础持力层	地质单元	均匀性
E-1#	筏板基础	46.10	②、②-1	属同一地质单元	均匀
E-2#	筏板基础	48.30	②、②-1	属同一地质单元	均匀
E-3#	筏板基础	48.30	②	属同一地质单元	均匀
E-4#	筏板基础	48.30	②	属同一地质单元	均匀
E-5#	筏板基础	48.30	②	属同一地质单元	均匀
E-7#	筏板基础	48.30	②、②-1	属同一地质单元	均匀
E-8#	筏板基础	48.30	②	属同一地质单元	均匀
E-9#	筏板基础	48.30	②、②-1	属同一地质单元	均匀
E-10#	筏板基础	48.30	②	属同一地质单元	均匀
E-11#	筏板基础	51.30	④	属同一地质单元	均匀
E-12#	筏板基础	51.30	②、②-1、④	不属于同一地质单元	不均匀
E-13#	筏板基础	53.30	②、②-1	属同一地质单元	均匀

地基均匀性评价表 续表 15					
特征 建筑物	基础形式	基底标高 (m)	建议基础持力层	地质单元	均匀性
E-14#	筏板基础	53.30	②	属同一地质单元	均匀
E-15#	筏板基础	53.30	②、②-1	属同一地质单元	均匀
E-16#	筏板基础	53.30	②	属同一地质单元	均匀
E-17#	筏板基础	51.30	④	属同一地质单元	均匀
E-18#	筏板基础	51.30	④	属同一地质单元	均匀
E-19#	筏板基础	51.30	④、⑤	属同一地质单元	均匀
E-20#	筏板基础	53.30	②-1、④、④-1	不属于同一地质单元	不均匀
E-21#	筏板基础	53.30	②、②-1、⑤、④	不属于同一地质单元	不均匀
E-22#	筏板基础	53.30	②、②-1、④	属同一地质单元	均匀
E-23#	筏板基础	53.30	②、②-1	属同一地质单元	均匀
商业	独立基础	43.10	②、②-1	属同一地质单元	均匀
西侧公建	独立基础	51.30	④、⑤	属同一地质单元	均匀
地下车库一	独立基础	51.30-53.30	②、②-1、③、④、④-1、⑤	不属于同一地质单元	不均匀

(2) 地基沉降及建筑物变形特征分析

拟建多层建筑 E-1#~E-5#、E-7#~E-11#、E-13#~E-19#、E-22#、E-23#住宅楼、商业、西侧公建，地基均匀，建筑物变形主要由沉降量控制。

拟建多层建筑 E-12#、E-20#、E-21#住宅楼，采用筏板基础，地基均匀性差，地基沉降主要表现为基础位于不同持力层而产生的沉降差，建筑物变形主要由整体倾斜控制。

拟建地下车库一，采用独立基础，地基均匀性差，地基沉降主要表现为基础位于不同持力层而产生的沉降差，建筑物变形主要由差异沉降控制。

拟建多层住宅楼及地下车库，底板连为一体，不设置永久沉降缝，由于上部荷载差异较大，接触部位易产生差异沉降。

(3) 地基不均匀沉降处理措施

①在地层变化较大或上部荷载差异较大位置设置沉降缝或后浇带；②在地

层变化较大位置独立基础可调整基础埋深或基础底面尺寸，筏板基础可挖除软弱土层采用毛石混凝土换填；③土岩结合部位设置褥垫层；④适当扩大主体结构的基础面积，并适当增加地下室部分的结构自重、配重或覆土；⑤考虑地基、基础、上部结构共同作用效应，采取必要的建筑 and 结构措施。

场地地基变形计算设计参数可按表 13 计算。

4.1.4 地基稳定性评价

各建筑物承受的水平推力较小，不会因基础抗滑移或抗倾覆不满足而导致建筑物失稳；建筑场地无影响地基稳定性的边坡存在，不会因地形地貌而造成地基侧限削弱而导致地基整体失稳；建筑场地无膨胀土、液化土等土层分布，不会出现因地基承载力强度不满足而导致地基整体或局部失稳。因此，地基稳定性好。

4.1.5 天然地基评价结果

建议各建筑物基础持力层				
特征 建筑物	基础形式	基底标高 (m)	建议基础持力层	备注
E-1#	筏板基础	46.10	②、②-1	
E-2#	筏板基础	48.30	②、②-1	
E-3#	筏板基础	48.30	②	
E-4#	筏板基础	48.30	②	
E-5#	筏板基础	48.30	②	
E-7#	筏板基础	48.30	②、②-1	
E-8#	筏板基础	48.30	②	
E-9#	筏板基础	48.30	②、②-1	
E-10#	筏板基础	48.30	②	
E-11#	筏板基础	51.30	④	建议超挖 0.0~2.1m，挖除①
E-12#	筏板基础	51.30	②、②-1、③	
E-13#	筏板基础	53.30	②、②-1	
E-14#	筏板基础	53.30	②	
E-15#	筏板基础	53.30	②、②-1	
E-16#	筏板基础	53.30	②	建议超挖 0.0~1.8m，挖除①-1

建议各建筑物基础持力层			
特征 建筑物	基础形式	基底标高 (m)	建议基础持力层
E-17#	筏板基础	51.30	④
E-18#	筏板基础	51.30	④
E-19#	筏板基础	51.30	④、⑤
E-20#	筏板基础	53.30	②-1、③、④-1
E-21#	筏板基础	53.30	②、②-1、③、④
E-22#	筏板基础	53.30	②、②-1、④
E-23#	筏板基础	53.30	②、②-1
商业	筏板基础	43.10	②、②-1
西侧公建	筏板基础	51.30	④、⑤
地下车库一	筏板基础	51.30-53.30	②、②-1、③、④、④-1、⑤

续表 16

4.2 地基处理

拟建 E-6#、东侧公建、地下车库二，基底标高约 46.10~48.30m,现状自然地坪标高约 35.01~53.30m,由于场地自然地坪较低需要回填较厚填土层(最大回填厚度约 12m)，不适合采用天然地基，建议对拟建 E-6#、东侧公建、地下车库二回填区域进行强夯处理后对建筑物采用桩基础。

4.2.1 强夯法地基处理

(1) 强夯法可行性分析

拟建的 E-6#、东侧公建、地下车库二场地内将回填 0.0~12.0m 厚的填土。该土层空隙大，密实度差，为欠固结土。采用强夯法处理，可有效压密土体，提高强度，降低压缩性。

(2) 强夯工艺及对周边环境的影响

强夯法采用 5~20T 的夯锤，自 10~15m 空中自由落下，在土体中产生巨大的冲击能，对周边建筑物、地下管线等产生较大震动。

该场地及周边均为荒地，无房屋建筑及管道通过，强夯施工对环境的影响小。

(3) 强夯法地基处理的设计要求

1.处理范围：应大于建筑地基处理范围，每边超出基础外缘的宽度为基底下设计处理深度的 1/2~2/3，且不应小于 3m。对可液化地基，基础边缘的处理宽度不应小于 5m。

2.回填材料：拟建工程可选用风岩、砂土，不宜选用耕植土或含生活垃圾的杂填土，且粒径大于 300mm 的颗粒含量不宜超过全重的 30%。

3.夯击能的选择：因回填材料为碎石土、砂土等粗颗粒土，建筑物范围内回填土最大厚度约 12m，建议选用 8000KN.m 的夯击能。如受设备局限，可分多层回填，每层厚度不超过 5m，可选用 3000~5000KN.m 的夯击能。

4.夯点可采用三角形或正方形布置，夯点间距宜取夯锤直径的 2~3 倍，建议两遍点夯、一遍满夯。

(4) 强夯法地基处理的施工及检测

1.强夯施工前，应在施工场地选取一个或几个试验区，进行试夯或试验性施工，确定其适用性、处理效果及各项施工参数。

2.强夯处理后的地基竣工验收，承载力检验应根据静载荷试验、其它原位测试和室内土工试验等方法综合确定，初步设计时承载力可取 $f_{sk}=150kPa$ 。

3.强夯地基均匀性检验，可采用动力触探试验或标准贯入试验、静力触探试验等原位测试以及室内土工试验等方法综合确定。

4.施工前，应进一步查明施工影响范围内地下构筑物 and 地下管线的位置，并采取必要的保护措施。

(5) 强夯影响深度范围内渗透系数经验值详见表 17：

各岩土层渗透系数经验值 表 17	
岩土层名称	渗透系数 K (cm/s)
①素填土	1.0×10^{-2}

4.3 桩基础

4.3.1 桩基持力层的选择

根据拟建建筑物特征，场地岩土工程地质条件，拟建的 E-6#、东侧公建、地下车库二可采用桩基础。

桩身穿越地层主要为：①层素填土

桩端持力层为：④层强风化花岗岩、⑤层中风化花岗岩；桩长约 6~13m。

桩端全断面进入持力层的深度建议对于砂土不小于 3.0d，对于强风化基岩不小于 1.5d。

桩基均匀性评价：根据勘察结果，持力层顶面地层坡度较大，相邻桩端平面高差应满足相关规范要求；均匀性较好。

桩基稳定性评价：场地整平以后，桩基影响范围以内无临空面存在。桩端平面以下无洞穴，无软弱岩体分布。稳定性好。

桩穿越地层①素填土为欠固结土，应考虑负摩阻及下拉荷载的影响。

4.3.2 桩型选择

(1) 成桩可能性分析：

场地具备钻孔灌注桩成桩条件。为了防止在成孔过程中粉性土及砂土层中塌孔造成扩颈可采取加大泥浆比重等措施。施工中应添加卵砾石，确保桩身质量。

(2) 对周边环境的影响：

钻孔灌注桩在施工过程中，会对周边环境产生一定的振动及噪音影响，考虑到拟建场地为城市郊区，振动及噪音的影响不大。钻孔灌注桩在施工时会产生较多的泥浆，应设置泥浆池，集中清运。

(3) 桩型选择结果

根据上述分析，本场地比较适合桩型有钻孔灌注桩

4.3.3 桩基设计参数

单桩承载力特征值应通过单桩载荷试验确定。

根据场地岩土工程地质条件及建筑物特征，参照《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008），结合本地区岩土工程经验，初步设计时，单桩承载力估算所需岩土层的有关参数见表 18。

估算单桩承载力时岩土层的有关参数				
岩土层	钻（孔）孔灌注桩		干作业钻孔桩	
	极限侧阻力标准值 q _{sk} (kPa)	极限端阻力标准值 q _{pk} (kPa)	极限侧阻力标准值 q _{sk} (kPa)	极限端阻力标准值 q _{pk} (kPa)
① 填土	20	/	25	/
② 粉质粘土	60.0	/	65.0	/
③-1 含碎石粉质粘土	80.0	/	85.0	/
④ 全风化花岗岩	100.0	1800.0	110.0	2500.0
③-1 全风化煌斑岩	80.0	1600.0	80.0	1800.0
⑤ 强风化花岗岩	200.0	2400.0	220.0	2700.0
④-1 强风化煌斑岩	170.0	2100.0	190.0	2500.0
⑤中风化花岗岩	f _{tk} =49.59 MPa			

4.3.4 单桩竖向承载力估算

按《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）5.2.2 条有关公式计算：

$$R_p = \frac{1}{2} Q_{sk}$$

摩擦端承桩：
$$Q_{sk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum q_{sik} l_i + q_{pk} A_{pk}$$

R_p ——单桩竖向承载力特征值

Q_{sk} ——单桩竖向极限承载力标准值

Q_{pk} ——总极限侧阻力标准值

Q_{pk} ——总极限端阻力标准值

q_{si} ——桩侧第 i 层上的极限侧阻力标准值

q_{pk} ——极限桩端阻力标准值

u ——桩身周长

l_i ——桩周第 i 层土的厚度

A_{pk} ——桩端面积

估算结果如表 19:

单桩承载力特征值估算表				
桩型	桩径 (mm)	孔号	持力层	桩长 (m)
钻孔灌注桩	φ 800	241#	④强风化花岗岩	13.84
人工挖孔桩	φ 800	241#	④强风化花岗岩	13.84

注：1、单桩承载力未考虑预制桩桩身强度及施工质量因素的影响。

2、建议进行单桩竖向抗压静载荷试验，并以试桩资料为准。

3、表中计算单桩承载力时，中性点以上土层（填土层）侧阻力取 0 值。

上表中计算值按场地 241#孔地层分层资料计算。设计时应根据实际选用的桩长、桩径做调整，并结合静荷载试验综合确定。

因桩顶标高较自然地坪高，场地需回填，当填土未经压实（夯实），计算基桩承载力时应考虑下拉荷载影响，负摩阻力系数 ξ_n 可按 0.30 考虑，中性点 $l_n / l_0 = 1$ ；当填土压实（夯实）并检测合格后，应根据检测结果确定填土的桩基设计参数。

5、基坑工程

5.1 基坑安全等级

拟建地下车库一、地下车库二为地下 1 层，现状标高 35.0~71.7m，基础底面标高为 46.10~53.30m（基础厚度按 1.0m 考虑），待场地平整后，基坑开挖深度约为 7.00m，依据《建筑岩土工程勘察设计规范》（J13146-2015）3.2.10，拟建车库边线周边 10m 范围内无地下管线和已建建筑物，确定本工程开挖后的基坑安全等级为二级。

5.2 基坑周边环境及开挖与支护

拟建地下车库采用整体连片方式开挖。拟建车库边线距规划道路等建筑较近，基坑开挖前应对基坑周边的地下管网、暗渠等设施进行全面了解，杜绝因施工可能造成的不利影响。

基坑开挖建议采取喷锚支护措施。基坑分层开挖，待上层锚杆强度满足规

范要求后，方可开挖下层土。

5.2 地下水控制

勘探深度范围内未揭露地下水，根据本区的类似工程经验，如在雨季施工，建议基坑内采用明渠排水方案。

5.3 基础抗浮

(1) 抗浮设计水位

本工程基底标高为 53.30m、51.30m、48.30m、46.10m，勘察期间未揭露场地地下水，根据区域水文地质资料、场地地形地貌特征和类似工程经验，考虑到地下建筑设置后对地下水的阻滞作用，建议本工程的地下车库抗浮水位按 56.00m、54.00m、51.00m、49.50m、49.00m（详见抗浮设计水位示意图）进行设计。

(2) 抗浮措施评价

纯地下车库抗浮能力较弱，尤其是网点与主楼的交接部位，因其抗浮能力不同，可能造成不均匀上浮而产生建筑裂缝。故建议采用增加结构配重或采用抗浮锚杆措施。根据《建筑岩土工程勘察设计规范》（DB37/5052-2015）表 11.3.8-2，结合本地区岩土工程经验，本场地各岩土层与锚固体的极限黏结强度标准值参见表 20

岩土层与锚固体的极限黏结强度标准值 表 20					
岩土层号	②粉质粘土	②-1 含碎石粉质粘土	③全风化基岩	④强风化基岩	⑤中风化基岩
岩土层与锚固体极限黏结强度标准值 f_{ak} (kPa)	50	60	80	190	400

注：表中数据施工时应经过试验检验。

5.4 基坑支护与降水设计参数

基坑边坡的支护对本工程相当重要，开挖及施工过程中，应按规范进行观测，随时掌握边坡动态。基坑支护方案建议由具备资质的专业设计人员根据场

地条件、岩土参数进行支护方案设计。依据《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120—2012）表 5.2.5 及本地区类似工程经验，基坑支护与降水设计参数见表 21：

基坑支护与降水设计参数 表 21				
岩土层号	重度 γ (kN/m ³)	粘聚力 c (kPa)	内摩擦角 ϕ (度)	锚杆的极限粘结强度标准值 q_{ak} (kPa) [一次高压注浆]
①层填土	19.0	2.0	6.0	1.0×10^2
②-1 杂填土	18.5	2.0	5.0	3.0×10^2
②粉质粘土	19.4	36.0	17.2	6.0×10^3
②-1 含碎石粉质粘土	21.0	3.0	20.0	6.0×10^3
③全风化花岗岩	21.0	/	42.0	1.0×10^4
③-1 全风化煌斑岩	21.0	/	42.0	1.0×10^3
④强风化花岗岩	22.0	/	46.0	5.0×10^3
④-1 强风化煌斑岩	22.0	/	45.0	3.0×10^3
⑤中风化花岗岩	23.0	/	55.0	5.0×10^3
依据标准	《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120—2012）及本地区类似工程经验			

6、岩土工程设计及施工注意事项

6.1 基坑支护设计与施工

基坑支护的设计须由具备资质的岩土设计单位承担。坡顶荷载应根据地面附着建筑物荷重、道路使用情况以及施工场区堆载综合确定。坡顶基坑一倍深度范围内严禁设置超载堆栈及停泊重型车辆。

基坑土方开挖应按设计图纸分步进行，当上层锚杆强度未达到设计要求时，不能进行下步土方开挖。基坑坡面应做好防护，避免雨水侵入。

在基础施工过程中，宜沿各侧在坑边线的垂直方向上分别布置变形观测剖面，以监测场地周围在深基坑降水及开挖过程中所产生的地面变形和侧向位移。

6.2 基础施工与验槽

基槽开挖时，应先挖至设计基底标高以上 10~20cm，然后采用人工挖至设计标高，第三、四纪松散土层可采用机械开挖，强风化岩可部分机械开挖部分爆

破，中风化岩需要爆破。对于因爆破超挖导致低于设计标高的超挖部分，应用毛石砼填平。施工时注意排水，避免地表水和雨水浸泡地基而引起地基岩土进一步风化。

基坑开挖至基底标高过程中应及时通知勘察、设计、质检等单位进行坑壁及基底土质的检验，以确定地质资料与实际地质情况（特别是钻孔之间）的差异，若出现地质异常以便及时研究解决。

7、结论及建议

7.1 本报告所述的内容仅限于拟建工程位置和范围，如果拟建工程的设计方案或位置有任何变化，应及时通知我单位，由我单位重新审核和研究并作必要的修改。

7.2 拟建场区地形起伏较大，地貌类型为冲洪积地貌(E-6#、E-11#、E-18#和东、西侧公建)和剥蚀残丘地貌，地基土分布局部不均匀，场地地基土多为中硬土，无软弱下卧层及不良地质作用，下卧基岩较稳定，埋深变化较小，故拟建场区场地稳定性较好，建筑适宜性较好。

7.3 青岛市黄岛区市地震基本烈度7度，第三组，设计基本地震加速度值为0.10g，拟建场区场地类别为II类，设计特征周期 $T_g=0.45s$ 。为建筑抗震一般地段。抗震设防类别标准设防类。

7.4 本次勘察深度内未揭露稳定地下水位，地表水对混凝土结构具微腐蚀性；在长期浸水的条件下，及在干湿交替的条件下，对钢筋混凝土中钢筋具微腐蚀性。拟建场区附近无污染源，拟建场区土对建筑材料具微腐蚀性。

7.5 拟建 E-1#~E-5#、E-7#~E-23#可采用天然地基，基础形式可选用筏板基础，以②粉质粘土、②-1 含碎石粉质粘土、③全风化花岗岩、④强风化花岗岩、⑤中风化花岗岩作基础持力层；拟建 E-6#、东侧公建、地下车库二回填区域强夯处理后采用钻孔灌注桩，以④强风化花岗岩、⑤中风化花岗岩作桩端持

力层。

7.6 本工程开挖后的基坑安全等级为二级。基坑开挖建议采取喷锚支护措施。

7.7 建议本工程的地下车库抗浮水位按 56.00m、54.00m、51.00m、49.50m、49.00m（详见抗浮设计水位示意图）进行设计。

7.8 勘探深度范围内未揭露地下水，根据本区的类似工程经验，如在雨季施工，建议基坑内采用明渠排水方案。

7.9 本区标准冻土深度为 0.50m。

7.10 报告中所作的分析和建议仅限于本次勘察场区内所有勘探点，勘探点地质界线是依据区域地质及岩土发育一般规律进行合理的推测，不排除与实际情况有出入的可能，基槽开挖后，应及时通知岩土工程师验槽。

