

湾区高新区 JSS30405 单元 区域雷击风险评估

上海市避雷装置检测站有限公司

2025年4月



目 录

前 言	1
第一章 区域雷击风险评估概述	2
1.1 雷击风险评估意义	2
1.2 现行政策法规要求	3
1.3 区域雷击评估技术依据	5
1.4 评估流程及方法	6
1.5 评估区域	8
第二章 大气雷电活动状况分析	9
2.1 气候特征	9
2.1 闪电定位资料分析	9
第三章 周边地物环境分析	21
3.1 项目地理环境综述	21
3.2 现场地理环境勘测	22
第四章 雷击风险评估区域划分及指标的确定	31
4.1 确定评估子区域需考虑的因素	31
4.2 确定评估子区域的具体方法	31
4.3 雷击风险评估子区域划分	32
4.4 区域雷击风险评估指标的确定	33
4.5 区域雷击风险评估指标	34
第五章 区域雷击风险评估计算分析	45
5.1 雷电风险影响因素	45

5.2 地域风险影响因素	46
5.3 承灾体风险影响因素	47
5.4 区域雷击风险评估结果	48
第六章 区域雷击风险评估结论	52
6.1 雷电环境分析结论	52
6.2 区域雷击风险评估计算结论	53
第七章 综合雷电防御策略	54
7.1 区域防雷管理措施	57
7.2 结论汇总	58
结束语	61
附 录	62
附件 1 地闪数据	62
附件 2 现场勘测记录表	64
附件 3 图则	67

前 言

雷击风险评估是为了衡量雷击风险而对雷击风险做评估与估算的一个过程。以气象、地质、地理等环境资料为基础，结合评估区域的具体情况，运用科学的原理、方法和手段，对评估区域可能遭受雷击的概率及雷击后产生后果的严重程度进行科学系统的计算与分析，并从安全和经济合理性出发，提出综合雷电防护策略的一项专业技术工作，是防御和减轻雷电灾害的有效手段之一。

区域雷击风险评估是对以区域为基本单位开展的雷击风险评估，是国务院及上海市优化营商环境改革、提高评估评审工作应用实效的具体举措，是本市防雷减灾管理工作的重要组成部分。

为准确把握本项目地域的雷电活动规律，科学指导防雷设计，减少因雷击而可能产生的人身伤亡及设备损失，对本园区进行了区域雷击风险评估技术工作。

湾区高新区 JSS30405 单元位于上海市金山区，本次评估范围总约 1.55km²。区域四至边界分别是：东至金卓路、南至揽工路、西至亭卫公路、北至金山工业区大道。

本报告在综合分析项目现场地理、土壤、气象、环境及相关设计资料的基础上，对项目可能存在雷击风险进行了量化评估，并有针对性地提出雷击风险评估结论和防护策略指导意见。

本评估报告主要包括区域雷击风险评估概述、大气雷电活动状况分析、周边地物环境分析、雷击风险评估区域划分及指标的确定、区域雷击风险评估计算、雷击风险评估结论、综合雷电防御策略等七个章节。

第一章 区域雷击风险评估概述

1.1 雷击风险评估意义

雷电是发生在大气层中的声、光、电并发的一种物理现象，气象上称为雷暴。雷电放电瞬间可产生数十千安，甚至数百千安的放电电流，强大的雷电流会产生巨大的破坏力和很强的电磁干扰，给人类的生活、工作带来很大的影响，它引起的灾害是自然界十大灾害之一。根据雷闪发生的位置，可把雷闪分为云闪和地闪两大类。其中地闪是指发生在云与大地之间的放电现象，它极容易对人类造成不可挽救的危害，也是我们进行雷电防护研究的主要对象。

判定建设项目是否需要采取防雷措施，安装防雷措施的经济效益以及防雷措施的选用方案则主要通过雷击风险评估的方法来确定。雷击风险评估是以气象、地质、地理等环境资料为基础，结合评估对象的建筑形态、结构特性、使用性质和设备设施抗雷击的能力，对评估对象遭受雷击的概率及雷击后可能造成的严重程度及风险进行定量计算与分析，并从安全和经济合理性出发，提出综合防雷措施。可以说，雷击风险评估是雷击风险控制和雷击风险管理的前提和基础，准确的雷击风险评估也是雷击风险管理的决策依据。

对某些特定的区域（如具有相似属性的建筑物群、人员活动较为密集的户外场所）或特殊项目（如石油化工、桥梁码头、大型工业园区等）进行雷击风险评估，了解其区域雷击风险情况，科学的、合理的、有针对性的统筹区域雷电灾害的防御，对保护人们的生命、财产安全具有重大的意义。通过区域雷击风险评估，可以科学地表征出评估区域内可能存在的风险差异。根据区域雷击风险评估结果，对评估区域进行风险区划，可以有效地分析评估区域的雷击风险来源以及防

雷薄弱环节，为建设项目防雷设计提供全面宏观的雷电防护策略。

1.2 现行政策法规要求

1. 《国务院关于开展营商环境创新试点工作的意见》（国发〔2021〕24号）首批营商环境创新试点改革事项清单第21项：推进社会投资项目“用地清单制”改革，在土地供应前，可开展地质灾害、地震安全、压覆矿产、气候可行性、水资源论证、水土保持、防洪、考古调查勘探发掘等评估，并对文物、历史建筑保护对象、古树名木、人防工程、地下管线等进行现状普查，形成评估结果和普查意见清单，在土地供应时一并交付用地单位。

2. 《上海市优化营商环境条例》（2020年4月10日上海市第十五届人民代表大会常务委员会第二十次会议通过）第三十六条：本市在产业基地和产业社区等区域实施综合性区域评估。各区域管理主体应当组织开展水资源论证、交通影响评价、地质灾害危险性评估、雷击风险评估等区域评估，区域评估结果向社会公开，并纳入相关部门管理依据。

3. 《上海市加强改革系统集成持续深化国际一流营商环境建设行动方案》（沪委办〔2021〕6号）：推动在各级产业园区实施区域综合评估，市场主体在已完成综合评估的区域建设项目，无需再进行相应的评估评审。

4. 《上海市营商环境创新试点实施方案》（沪府发〔2021〕24号）上海市首批营商环境创新试点改革事项清单第36项：推进区域综合评估。对社会投资项目，各行业主管部门组织开展地质灾害、地震安全、压覆矿产、气候可行性、水资源论证、水土保持、防洪、考古调查勘探发掘等评估，并对文物、历史建筑保护对象、古树名木、人防工程、地下管线等进行现状普查，形成评估结果和普查意见清单。

5. 《上海市工程建设项目审批制度改革试点实施方案》（沪府规〔2018〕14号）：深化区域综合评估。各区政府、特定地区管委会负责对开发区、产业园区等特定区域内的雷电灾害风险评估、地震安全性评价、地质灾害危险性评估、环境影响评价、节能审查、交通影响评价、社会稳定风险评估等事项实行区域评估，区域内共享评估评审结果。对已经实施区域评估的工程建设项目，相应的审批事项实行告知承诺制。除特殊项目外，一般项目不再单独进行评估评审。

2、《关于本市推进工程建设项目行政审批中介服务事项改革工作的若干意见》（沪建审改〔2019〕5号）将雷击风险评估纳入区域评估事项要求。

6. 《关于进一步深化行政审批制度改革加快推进重大项目建设的若干措施》（沪府规〔2020〕16号）：简化项目评估评审。对环境影响评价、雷击风险评估、地震安全性评价、水资源论证、水土保持方案审查、地质灾害危险性评估等事项推行区域评估。

7. 《关于进一步深化行政规划资源审批制度改革加快推进重大项目建设的规划土地操作办法》（沪规划资源建〔2020〕492号）：各行业主管部门牵头对环境影响评价、雷击风险评估、地震安全性评价、水资源论证、水土保持方案审查、地质灾害危险性评估等事项开展区域评估，将相关评估成果纳入详细规划。

8. 上海市规划和自然资源局《关于贯彻〈上海市优化营商环境条例〉的若干意见（试行）》（2020年8月21日发布）：各区域管理主体组织开展水资源论证、交通影响评价、地质灾害危险性评估、雷击风险评估等区域评估后，在相关区域控制性详细规划编制过程中，结合评估内容进行衔接。

9. 上海市气象局、上海市规划和自然资源局《关于推进本市区域气候可行性论证等区域评估工作的通知》（沪气发〔2022〕58号）：在全市范围推行区域气候可行性论证、区域雷击风险评估，优先在嘉定、青浦、松江、奉贤和南汇五个新城重点地区和全市产业基地、产业社区中开展。区域雷击风险评估结论应用于园区内相应建设项目。

10. 《上海市气象灾害防御办法》（2023年3月1日施行）第十五条：产业基地、产业社区等区域管理主体在实施综合性区域评估时，应当开展区域气候可行性论证、区域雷击风险评估工作，评估结果向社会公开。区域气候可行性论证和区域雷击风险评估结论应当作为设计单位、建设单位采取防御措施，降低气象灾害风险的依据。

1.3 区域雷击评估技术依据

1.3.1 评估主要引用标准

- (1) DB 31/T 910-2015《区域雷击风险评估技术规范》；
- (2) GB 50057-2010《建筑物防雷设计规范》；
- (3) GB 50343-2012《建筑物电子信息系统防雷技术规范》；
- (4) GB/T 21714.1-2015《雷电防护第1部分：总则》；
- (5) GB/T 21714.2-2015《雷电防护第2部分：风险管理》；
- (6) GB/T 21714.3-2015《雷电防护第3部分：建筑物的物理损害和生命危险》；
- (7) GB/T 21714.4-2015《雷电防护第4部分：建筑物内电气和电子系统》；
- (8) GB/T 17949.1-2000《接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分：常规测量》；

1.3.2 评估主要参考资料（上海湾区高新技术产业开发区管理委员会提供）

（1）金山区亭林镇(含金山工业区)国土空间总体规划(2021-2035)

（2）湾区高新区可利用工业用地信息一览表（更新时间：2025.1.25）

（3）上海市金山区金山工业区 JSS3-0405 单元控制性详细规划(修编)普适图则

（4）企业问卷调查反馈表

项目组提供：

（5）历年闪电监测资料

（6）地域环境情况（区域土壤电阻率勘察报告）、周边建筑物分布及火灾、爆炸危险场所分布

1.4 评估流程及方法

先对项目所在区域雷电环境、地形地貌特征、地质结构、周边环境以及承灾体属性进行调查和分析，对土壤电阻率进行采样，提取相关参数，确定评估区域，选取评估模型，综合计算、分析，得出风险结论提出防雷设计、施工期间和投入运营后的安全防护措施和建议。图 1.1 和 1.2 分别为区域雷击风险评估业务流程和区域雷击风险评估模型。

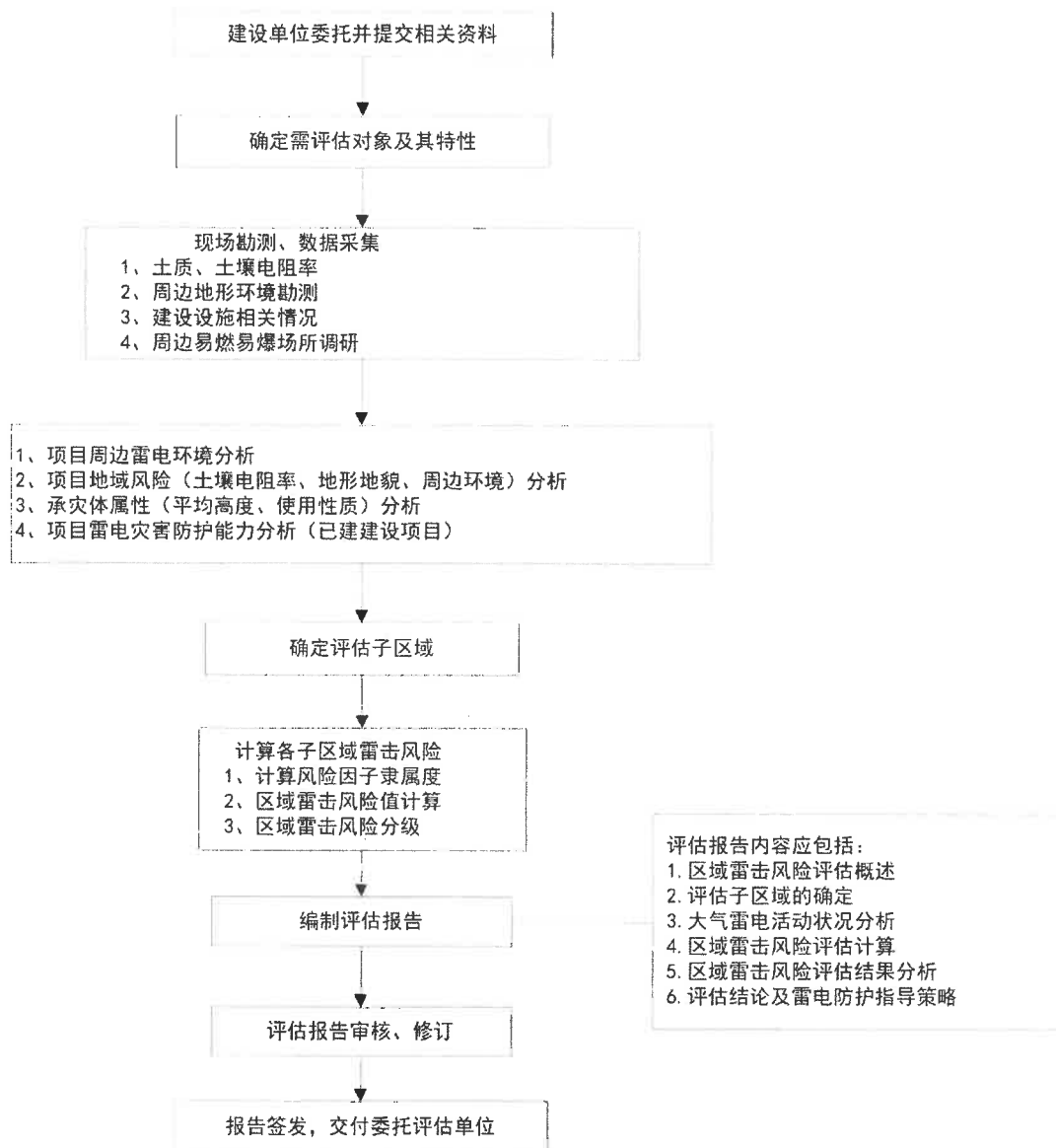


图 1.1 区域雷击风险评估业务流程

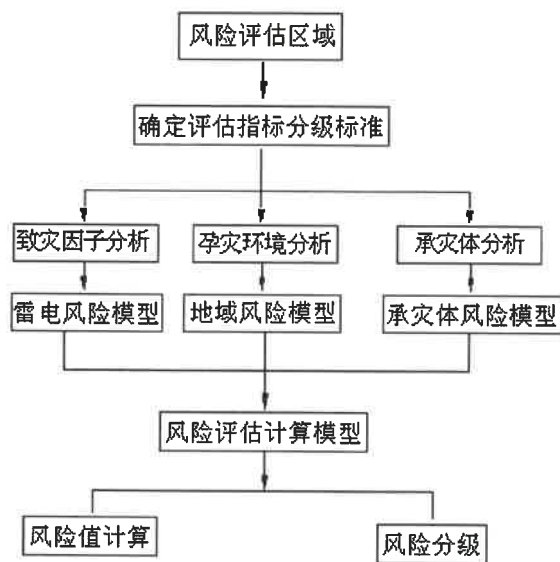


图 1.2 区域雷击风险评估方法模型图

1.5 评估区域

湾区高新区 JSS30405 单元包括 02-05、07-01、22-01、24-05、25-01 和 26-01 街坊等区域。

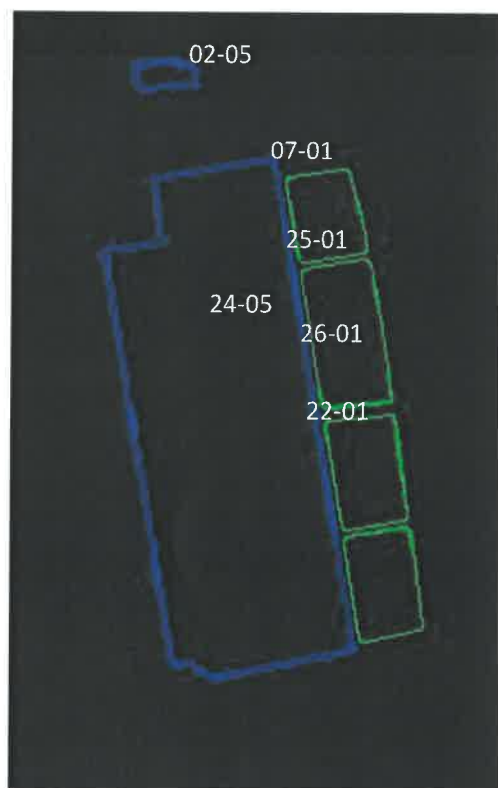


图 1.3 评估区域示意图

第二章 大气雷电活动状况分析

2.1 气候特征

本建设项目所在地金山区属亚热带季风气候，气候温和湿润，四季分明，日照充分，雨量充沛；春季温暖湿润，夏季炎热多雨，秋季天高气爽，冬季严寒短，雨雪少。

根据项目所在地的上海市金山国家基本气象站（N30° 49'，E121° 16' 23"）观测资料统计分析，属北亚热带海洋性季风气候。全年平均气温 16.7℃，最冷月 1 月平均值为 4.5℃，最热月 7 月平均值为 28.4℃。历年极端最高气温 40.2℃，极端最低气温-8.9℃。雨量丰沛，分布不均，年平均总降水量 1251.9 毫米，雨日 134.4 天，降水主要集中在春末至秋初，夏季为降水最集中强度最大的季节，而秋末和春初降水较少。年平均相对湿度 79.4%，最小相对湿度 76.1%。全年日照为 1914.5 小时，占可照时数 43%。年平均风速 2.8 米/秒，最多风向为 ESE 风。年雷暴日数 24.6 天。

2.1 闪电定位资料分析

2.2.1 闪电定位数据介绍

雷暴气候特征主要分析雷暴发生的规律以及活动的路径。由于人工观测的局限性，雷暴日参数并不能完全代表该项目区域具体的雷电特征。而闪电定位监测资料的运用，弥补了雷暴气候资料的局限性。分别建设在启动、苏州、长兴和平湖的闪电定位监测系统获取闪电定位数据。闪电定位监测系统可实现上海市全境无缝隙的闪电定位探测，闪电的探测效率达到 95%，定位精度标称 500m。



图 2.1 上海周边闪电定位监测系统站点分布图

2.2.2 上海市地闪活动特征

历年上海市地闪活动分布如图 2.2 所示，地闪分布高值区域为上海市市区、宝山区南部和浦东新区北部区域。地闪活动与雷暴路径、水域分布以及城市地表粗糙度关系密切。

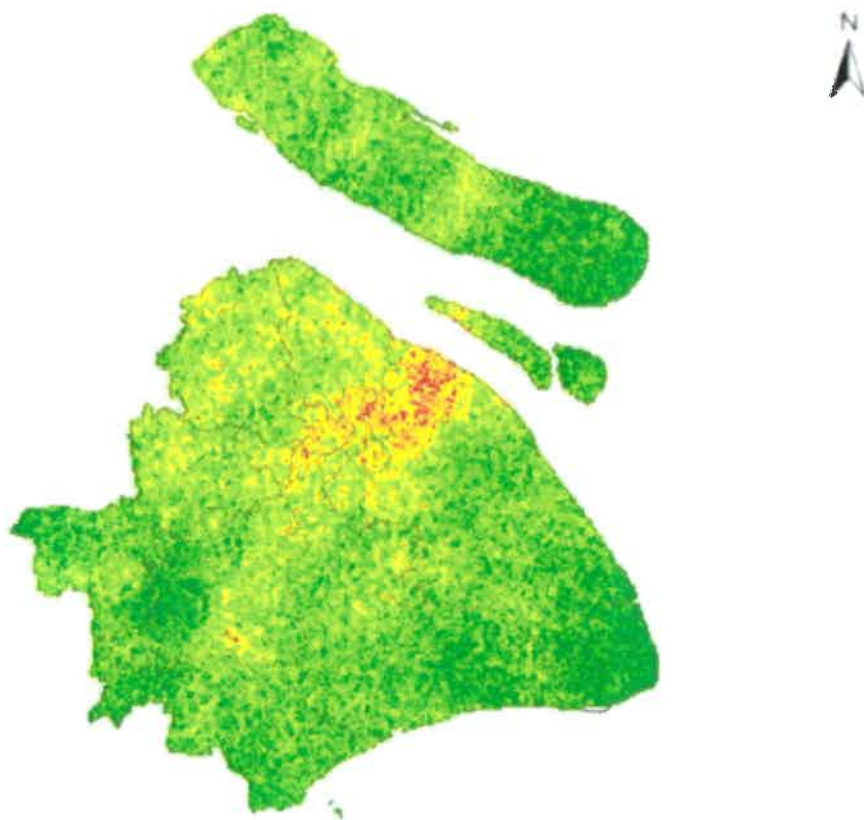


图 2.2 上海市地闪密度分布图

2.2.3 JSS30405 单元区域闪电时空分布特征

2.2.3.1 区域内闪电定位资料分析

(1) 地闪密度分布

评估区域范围 2009 年—2024 年共发生地闪 80 次（图 2.3），其中正地闪 12 次，占 15%，负地闪 69 次，占 85%。区域内历年地闪密度的平均值为 $3.2 \text{ 次}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。



图 2.3 2009 年—2024 年评估区域范围地闪分布图

(2) 闪电月变化规律

图 2.4 显示评估区域项目地闪密度月变化情况，可以看出：该项目区域地闪发生在 7 月~9 月，占比 85%。

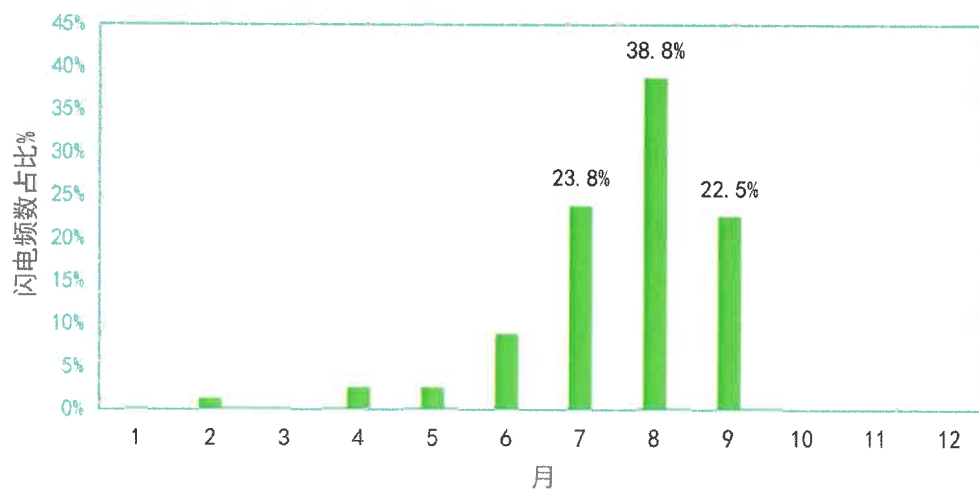


图 2.4 地闪月变化图

（3）闪电日变化规律

图 2.5 显示评估区域项目地闪电日变化情况，可以看出：该项目区域地闪主要集中在 0~1 时和 18 时~19 时发生，分别占总地闪数的 17.5% 和 30%。

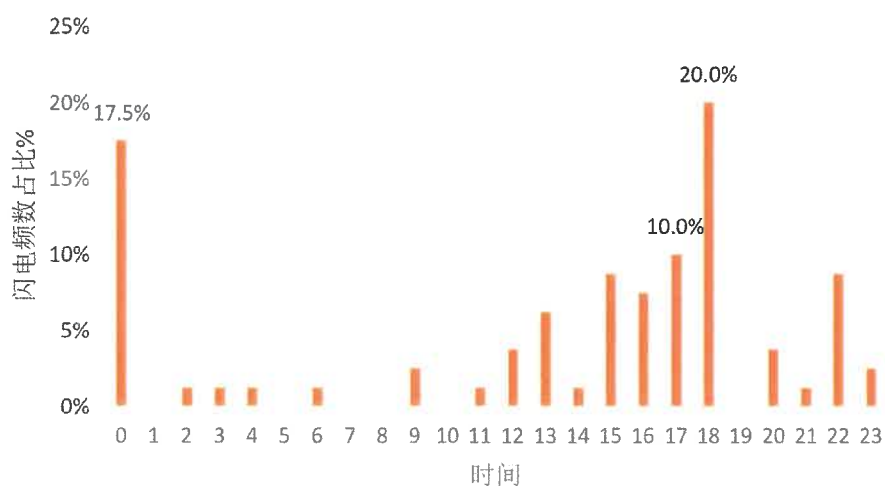


图 2.5 地闪日变化图

（4）雷电流特征

根据地闪定位监测资料，评估区域范围内雷电流强度情况：

雷电流强度绝对值区间为：[3.8, 66.3]kA；

雷电流强度绝对平均值为：17.7kA。

如下图2.6所示，雷电流强度主要分布在0kA~30kA之间，占全部地闪82.5%左右。

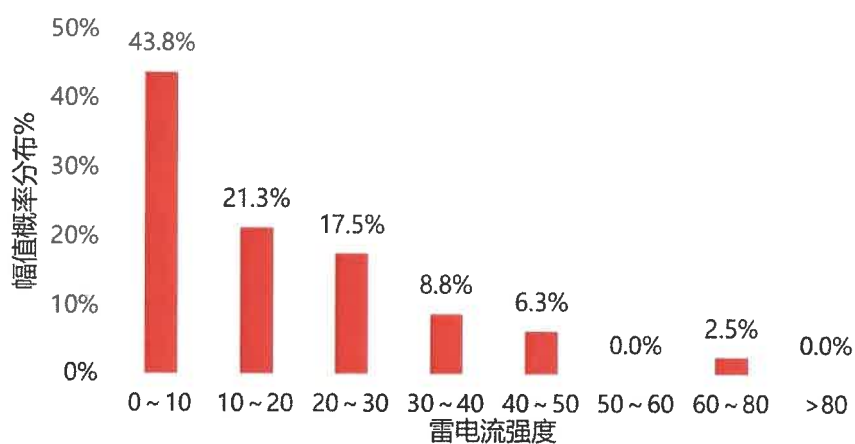


图 2.6 评估区域范围内地闪强度概率分布图

2.2.3.2 外延 1km 半径范围闪电定位资料分析

(1) 闪电密度分布

评估区域外延 1km 半径范围 2009 年—2024 年共发生地闪 638 次，地闪密度的平均值 3.3 次/(km²·a)。地闪具体分布方位如图 2.7 所示。

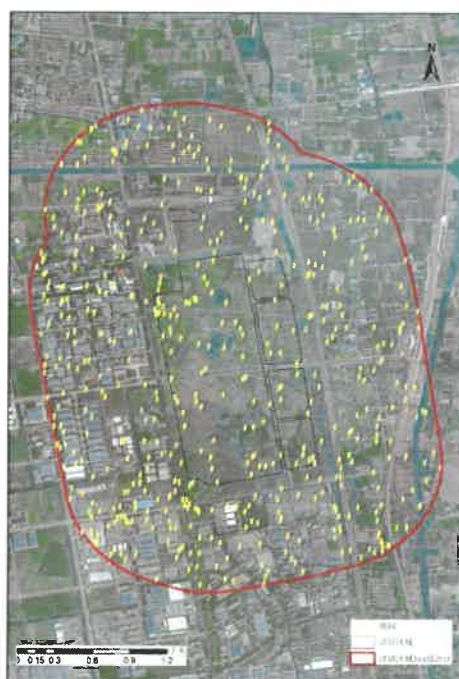


图 2.7 项目外延 1km 半径范围地闪分布图

(2) 闪电月变化规律

图 2.8 显示评估区域项目外延 1km 半径范围内地闪密度月变化情况，可以看出：该项目区域地闪主要发生在 7 月~9 月，占总地闪数的 80.5%。

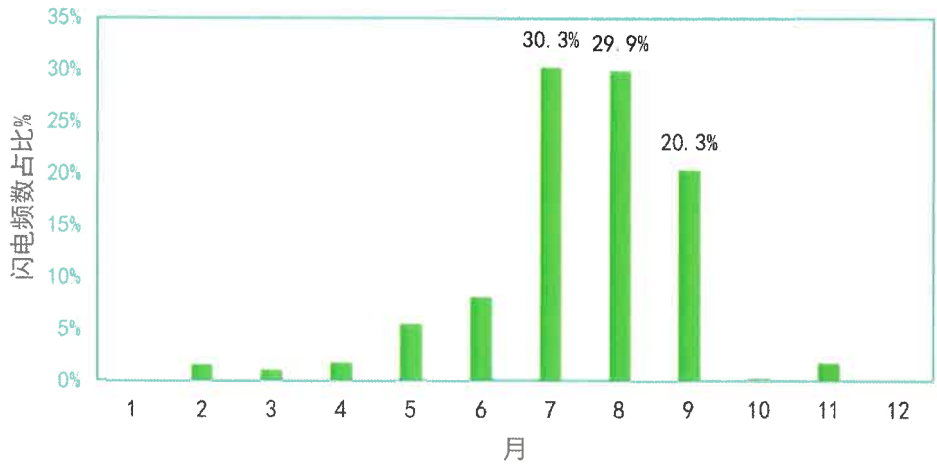


图 2.8 项目外延 1km 半径范围地闪月变化图

(3) 闪电日变化规律

图 2.9 显示评估区域项目外延 1km 半径范围内地闪日变化情况，可以看出：该项目区域地闪主要集中 17 时~19 时，占总地闪数的 28.9%。

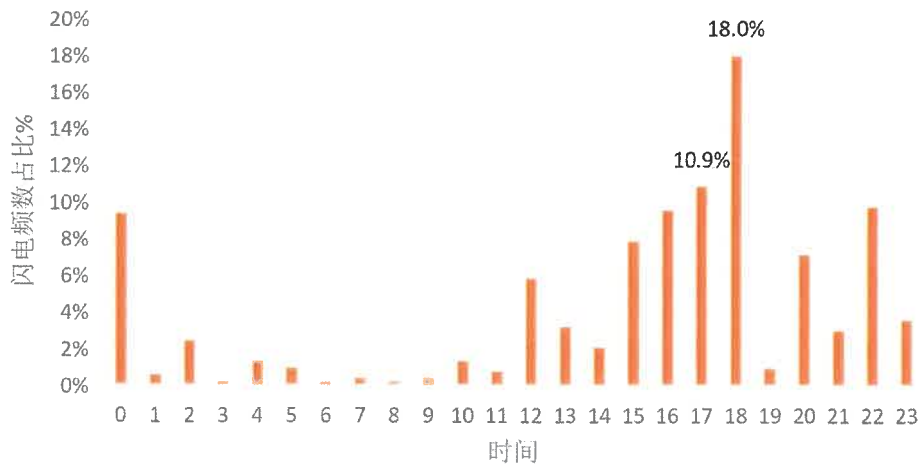


图 2.9 项目外延 1km 半径范围地闪日变化图

(4) 雷电流特征

根据闪电定位监测资料,评估区域项目外延1km半径范围内雷电流强度情况:

雷电流强度绝对值区间为: [3.8, 131.8]kA;

雷电流强度绝对平均值为: 18.6kA。

如下图2.10所示,雷电流强度主要分布在0kA~40kA之间,占全部地闪91.5%左右。

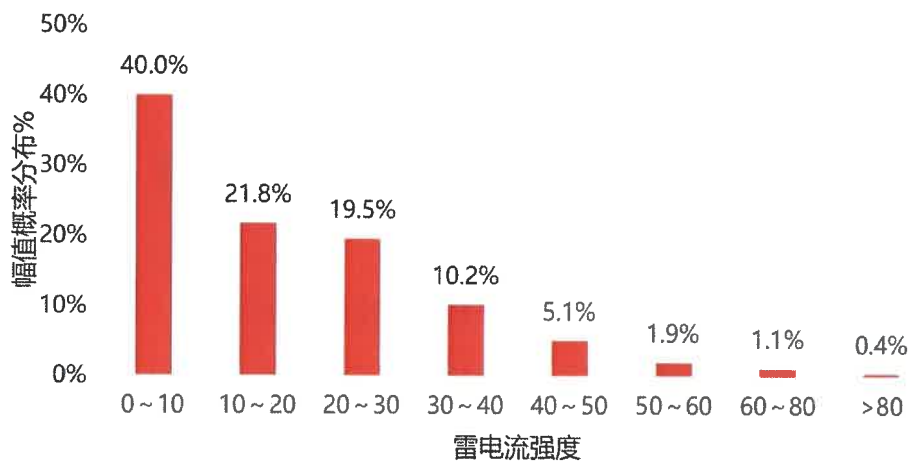


图 2.10 项目外延 1km 半径范围雷电流强度概率分布图

2.2.3.3 区域及周边网格化地闪密度及强度分析

以 500m×500m 为网格计算评估区域项目区域及周边范围地闪密度的分布情况,可以看出评估区域项目各网格内地闪密度分布相对均匀。根据表 2.1 标准标示各个区块地闪密度大小,评估区域项目及其周边地区处于绿色低密度区域到草绿较低风险区域,地闪密度为 1.0~5.0 次/(km².a)。评估区域项目内网格的地闪密度在 1.0~4.8 次/(km².a) (图 2.11),其中 24-05 街坊西北角和东南角区域及 22-01 街坊南部区域地闪密度高于均值。

表 2.1 项目外延 1km 地闪密度分级及示意标准

级别	高	较高	中等	较低	低
----	---	----	----	----	---

区域地闪密度 (次/km ² .a)	$N \geq 10$	$10 > N \geq 7.5$	$7.5 > N \geq 5$	$5 > N \geq 2.5$	$2.5 > N \geq 0$
标示颜色	红色	橙色	黄色	草绿	绿

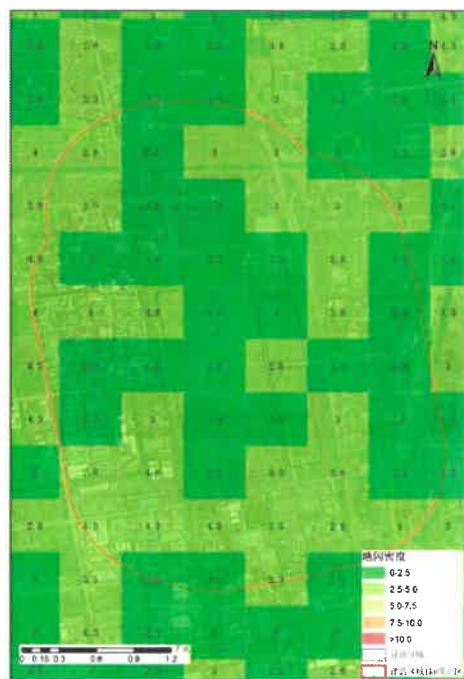


图 2.11 2009 年—2024 年评估区域项目区域及外延 1km 范围内地闪密度分布图

2.2.3.4 雷电流强度分布特征

评估区域项目区域范围内历年发生的最大雷电流强度绝对值为 66.3kA，发生在 2021 年 9 月 10 日 13:07。因此，在雷电防护部件的设计，例如在导体截面、金属板厚度、SPD 的通流容量、防止危险火花的最小间隔距离的设计中需考虑最大雷电流强度的因素。



图 2.12 最大雷电流强度落点示意图

结合项目区域范围内的地闪数据对不同防雷等级对应的雷电流范围进行了分析，雷电流强度 $I \leq 5\text{kA}$ 的分布概率13.8%，雷电流强度 $I \geq 200\text{kA}$ 的概率为0；雷电流强度 $I \leq 10\text{kA}$ 的分布概率为43.8%，雷电流强度 $I \geq 150\text{kA}$ 的分布概率为0；雷电流强度 $I \leq 16\text{kA}$ 的分布概率为58.8%，雷电流强度 $I \geq 100\text{kA}$ 的分布概率0，详见表2.2。该项目区域内发生高雷电流强度的地闪概率较小。在防雷工程设计中，可以有针对性地根据不同雷电防护水平进行设计。

表 2.2 不同雷电防护等级时雷电流强度

防雷类别	雷电流强度	地闪数量	分布概率	雷电流强度	地闪数量	分布概率
一类	$I \leq 5\text{kA}$	11	13.8%	$I \geq 200\text{kA}$	0	0.0%
二类	$I \leq 10\text{kA}$	35	43.8%	$I \geq 150\text{kA}$	0	0.0%
三类	$I \leq 16\text{kA}$	47	58.8%	$I \geq 100\text{kA}$	0	0.0%

2.2.3.5 区域电磁环境分析

区域内及其附近遭受雷击，则强大的雷电流将产生电磁感应，从而对区域建筑物内电力线路和电子设备产生电磁干扰。一般来说，电子设备都承受不了正负5V的电压波动。当磁场强度超过2.4Gs时，就会造成微机的永久性损坏。因此在建筑物设计时，必须考虑周围雷电流强度会造成的电磁脉冲大小，及其防护措施。

按计算机误动作、假性损坏、损坏以及电子计算机机房内磁场干扰场强不大于800A/m的规定，将电磁环境分为0.07GS和2.4G两个级别进行电磁辐射计算，计算区域雷电环境电磁场辐射面积与区域面积的占比（表2.3），从表中可以看出在该雷电背景条件下，在无地物阻挡的情况下，区域5.3%的面积电磁辐射强度能达到2.4Gs，区域所有面积都受到0.07Gs的电磁辐射。

表 2.3 不同等级的电磁辐射强度影响面积区域占比

0.07Gs		2.4Gs	
影响区域面积km ²	影响区域占比%	影响区域面积km ²	影响区域占比%
10	100%	0.082	5.3%

从图2.13可以看到，区域内各个区块都受到地闪电磁辐射的影响，红色区域为电磁辐射高影响区域，蓝色区域为电磁辐射低影响区域。电磁敏感设备应尽量避免开高电磁辐射影响区域。项目区域中雷电流强度高值区（红色区域）较为分散，24-05街坊中部区域及26-01街坊多个区块受影响，电磁敏感设备应尽量避免开上述高电磁辐射影响区域，或者做好防护。



图 2.13 区域雷电流电磁影响

第三章 周边地物环境分析

3.1 项目地理环境综述

金山区隶属于上海市，位于长江三角洲东南端，位于上海南部，东与浦东新区接壤，西与松江区毗邻，南临杭州湾，北与闵行区相隔黄浦江。有 13.7 千米长的江岸线和 31.6 千米的海岸线，总面积 733.38 平方千米。本项目范围为揽工路以北、沈海高速以西、金山工业区大道以南、亭卫公路以东，总用地面积约 1.55 公顷，本项目周边地理方位遥感图如图 3.1 所示。



图 3.1 项目周边地理方位遥感图

3.2 现场地理环境勘测

现场勘测内容主要包括：土壤电阻率测量和项目周边环境勘测。
勘测方案如下：

3.2.1 勘测方案

根据项目的整体规划和现场实际情况，选择 3 个点（红色）为土壤电阻率勘测点（同时记录 GPS 数据、拍照等），规划点详见图 3.2。实地走访勘查项目周边地物环境，对现存易燃易爆的建筑、项目周边 100m 内有超高层建筑等特殊情况进行拍照并记录点位。



图 3.2 项目现场勘测采样点分布图

3.2.2 土壤电阻率测量

为了更加全面地反映项目区域内土壤成分的相对一致性，应根据项目地质勘测报告选择足够数量的试验区。一般情况下，将评估项目区域范围划分成相同尺度的网格，并在各个网格内选取至少一个采集点。土壤电阻率对建筑物的接地电阻、地网地面电位分布、接触电压和跨步电压等参数的计算都有较大影响。土壤电阻率大小主要受土壤性质、湿度、温度、化学成分、物理性质等因素的影响。

(1) 勘测原理

土壤电阻率勘测原理：现场测量电阻率的方法主要有三电极法和四电极法，对大体积未翻动过的土壤进行土壤电阻率的测量较为准确的方法应该是四电极法。

本次勘测采用方法为四级法，布极方法如下图 3.3：

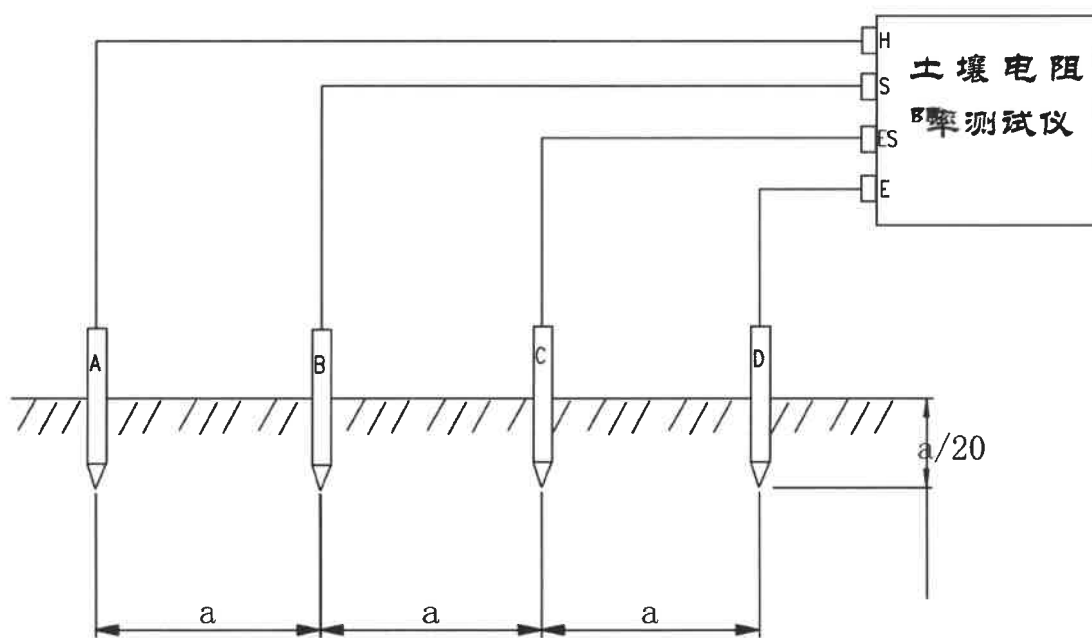


图 3.3 布极方法

A地桩的连接线插入H孔、B地桩的连接线插入S孔、C地桩的连接线插入ES孔、D地桩的连接线插入E孔。地桩之间的距离为 a ，地桩插入地

下深度不得大于 $a/20$ ， a 分别取6m、5m、4m、3m、2m、1m时各测试一次，从仪表中得到数值并且记录下来。通过改变电极间距 a 值（1m~6m）可测量得到6个相应的 ρ_a （ ρ_a ：电极间距为 a 时的视电阻率）值，对各 ρ_a 值进行季节系数，见表3.1修正后，取所有 ρ_a 值的算术平均数记为该测试点的土壤电阻率值。

表 3.1 根据土壤性质决定的季节修正系数

土壤性质	深度（m）	ψ_1	ψ_2	ψ_3
粘土	0.5~0.8	3	2	1.5
粘土	0.8~3	2	1.5	1.4
陶土	0~2	2.4	1.36	1.2
砂砾盖以陶土	0~2	1.8	1.2	1.1
园地	0~3	2	1.32	1.2
黄沙	0~2	2.4	1.56	1.2
杂以黄沙的砂砾	0~2	1.5	1.3	1.2
泥炭	0~2	1.4	1.1	1.0
石灰石	0~2	2.5	1.51	1.2
注： ψ_1 ——在测量前数天下过较长时间的雨时选用； ψ_2 ——在测量时土壤具有中等含水量时选用； ψ_3 ——在测量时，可能为全年最高电阻，即土壤干燥或测量前降雨不大时选用。				

（2）土壤电阻率勘测数据

现场从不同区域对项目所在地区进行土壤、土质的勘测，共完成3组土壤电阻率的勘测。勘测当天，本区域为晴热天气，区域内的土壤性质为园地（系数取1.2）。

使用多功能接地电阻测试仪KDDQ2571A对现场各测量点土壤电阻率测量。各片区土壤电阻率值详见表3.2—表3.4。

表 3.2 1#区域测量点土壤电阻率测量值

名称及坐标	测量值间距 (m) 平均值 ρ ($\Omega \cdot m$)						平均值	季节系数	最终值
	1	2	3	4	5	6			
1#区域 30.83916 121.34965	26.48	20.55	21.17	13.72	12.45	11.53	17.65	1.2	21.18

表 3.3 2#区域测量点土壤电阻率测量值

名称及坐标	测量值间距 (m) 平均值 ρ ($\Omega \cdot m$)						平均值	季节系数	最终值
	1	2	3	4	5	6			
2#区域 30.83825 121.34487	28.61	17.72	18.66	15.67	13.52	11.42	17.60	1.2	21.12

表 3.4 3#区域测量点土壤电阻率测量值

名称及坐标	测量值间距 (m) 平均值 ρ ($\Omega \cdot m$)						平均值	季节系数	最终值
	1	2	3	4	5	6			
3#区域 30.82241 121.35701	22.30	33.23	32.68	25.20	18.54	14.41	24.39	1.2	29.27



图 3.4 采样点现场图

(3) 土壤电阻率分析结论

1 号点土壤电阻率平均值为 $21.18 (\Omega \cdot m)$ ；2 号点土壤电阻率平均值为 $21.12 (\Omega \cdot m)$ ；3 号点土壤电阻率平均值为 $29.27 (\Omega \cdot m)$

本报告中所使用的土壤电阻率数值为现场勘测数据取平均值为 $\rho = 23.86 (\Omega \cdot m)$ 。

3.2.3 项目及周边环境勘测

根据项目总体（规划）平面图和地形图，对项目区域范围及周边的地形、地理环境进行勘测，主要内容如下。

(1) 周边环境勘察：

a. 安全距离勘察：通过实地勘察、详规和网络地图，确定评估对象区域内无火灾爆炸危险建筑物。

b. 相对高度勘察：通过实地勘察，确定区域内建筑物平均高度。结合现场勘测及区域规划看，部分方向区域内建筑物外扩 3H 宽度后，与区域外建筑物存在一定交集。

(2) 项目属性勘察

a. 使用性质：评估区域内无火灾爆炸危险建筑物。

b. 影响程度：评估区域内无危化品或易燃易爆企业。

(3) 建筑特征勘察

等效高度：区域内暂无建筑物。

(4) 电气系统勘察

电气系统：评估区域内有一、二、三级电力负荷，且室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。

从现场勘测看（图 3.5-3.7），1#区域外西侧目测范围内有中石化南茂加油站，1#区域评估街坊外西南侧目测范围内有 20 层高上引国际酒店，1#区域评估街坊南部外目测范围内有约 20 米高优合仓库，东侧目测范围内有 7 层高公租房。2#区域内西北侧外目测范围内有 4 层高无人机基地办公厂房。3#区域外南侧目测范围内有 5 层高厂房。



东



南



西



北



中石化南茂加油站



上引国际酒店



优合仓库



公租房

图 3.5 1 号区域



东



南



西



北



无人机基地办公厂房

图 3.6 2 号区域

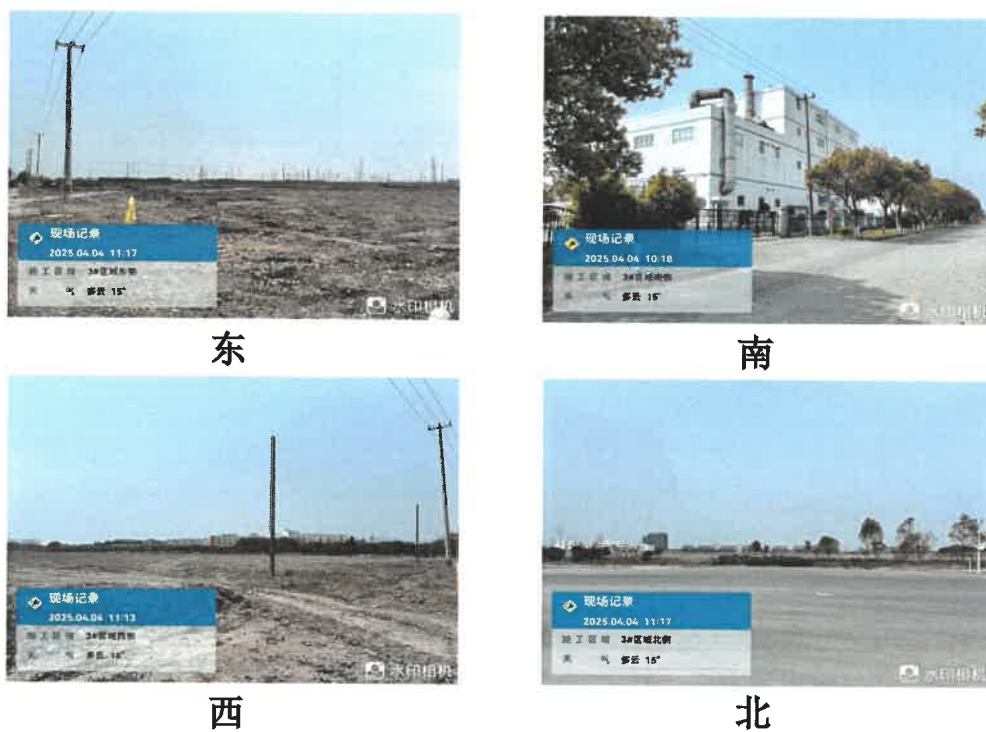


图 3.7 3 号区域

通过地图查询区域周边加油站、化工厂等易燃易爆场所。可以看到，项目范围外有一个中石化南茂加油站，距离本项目约 30m。



图 3.8 周边加油站分布图（数字标记）

第四章 雷击风险评估区域划分及指标的确定

4.1 确定评估子区域需考虑的因素

当评估区域内雷电风险因子、地域风险因子、承灾体风险因子存在明显差异时，评估区域宜划分成不同的子区域。因此在确定雷击评估区域时，一般应考虑到以下因素可能存在的差异(按优先级别排列)：

- (1) 区域及周边地闪分布（具体差异指标：网格化地闪密度）；
- (2) 区域地域风险分布（具体差异指标：土壤电阻率、地形地貌、区域周边环境）；
- (3) 区域建筑物的形态特征（具体差异指标：平均高度）；
- (4) 区域项目属性（具体差异指标：使用性质）；
- (5) 区域各单位雷电防护能力（具体差异指标：区域雷电防护水平）。

4.2 确定评估子区域的具体方法

按照各参考因素的优先级别，逐级分析各级因素对应的具体差异指标，通过判定这些指标是否在整个评估项目区域范围内存在较大差异，从而确定是否需要将评估项目区域范围划分成不同的评估区域。

具体差异指标的判定方法如下表所示：

表 4.1 具体差异指标的判定方法

序号	影响因素名称	具体差异指标	满足下列判定条件之一的，需划分为独立的评估区域
1	地闪分布	地闪密度	地闪密度超过整个项目区域平均值 1 倍及以上的。
2	地域风险因素	地形、土壤、区域周边环境	①地形跟其他区域存在明显差异； ②周边地物环境跟其他区域存在明显差

		境	异; ③土壤电阻率跟其他区域相差 1 倍及以上的; 至少同时满足上述三个条件中的两个。
3	区域建筑物形态特征	平均高度	建构筑物的平均高度超过其他区域 1 倍及以上的。
4	区域项目属性	使用性质	建构筑物的使用性质跟其他区域存在明显差异。
5	雷电防护能力	区域雷电防护水平	区域内建（构）筑物的雷电防护情况（一类、二类、三类、保护不全或无保护）跟其他区域存在明显差异。

对于某个评估子区域而言，它在地理位置分布上可以是分散的，而不一定是连续的一片区域；最终确定的评估子区域占地面积应大于 0.25km^2 或者狭长区域长度超过 1km ；占地面积大于 5km^2 的评估项目需考虑“区域地闪分布情况”的差异；已建建设项目的区域雷击风险评估需考虑“雷电防护能力”的差异。

4.3 雷击风险评估子区域划分

本评估项目区域占地面积小于 5km^2 的不考虑地闪密度差异指标。

从地域特性来划分，区域土壤电阻率采样均值为 $23.86\ \Omega \cdot \text{m}$ ，区域内其他区块土壤电阻率无相差 1 倍及以上的情况。

区域主要为待建项目，规划建设高度，其中 02-05 街坊为 50 米外，其余皆为 30 米的限高，区域限高均值为 30 米左右，因此建筑物限高特征指标差异性不考虑。区域内 24-05 街坊内，用地属性为二类工业用地，工业企业为生产需要配建自用的危险化学品仓库，区域面积为 1.13km^2 ，其余街坊用地属性为一类工业用地，但由于面积都较小，在 0.1km^2 以下。因此考虑与 24-05 街坊合并一个评估区域。

4.4 区域雷击风险评估指标的确定

根据区域雷击风险的特点和雷电影响的重点对象，结合项目实际可提供的信息，在 DB 31/T 910-2015《区域雷击风险评估技术规范》标准中提及的评估模型基础上进行模型改良，选取如图 4.1 中的指标，分三个评价层次，用层次分析法对评估区域开展雷击风险评估。

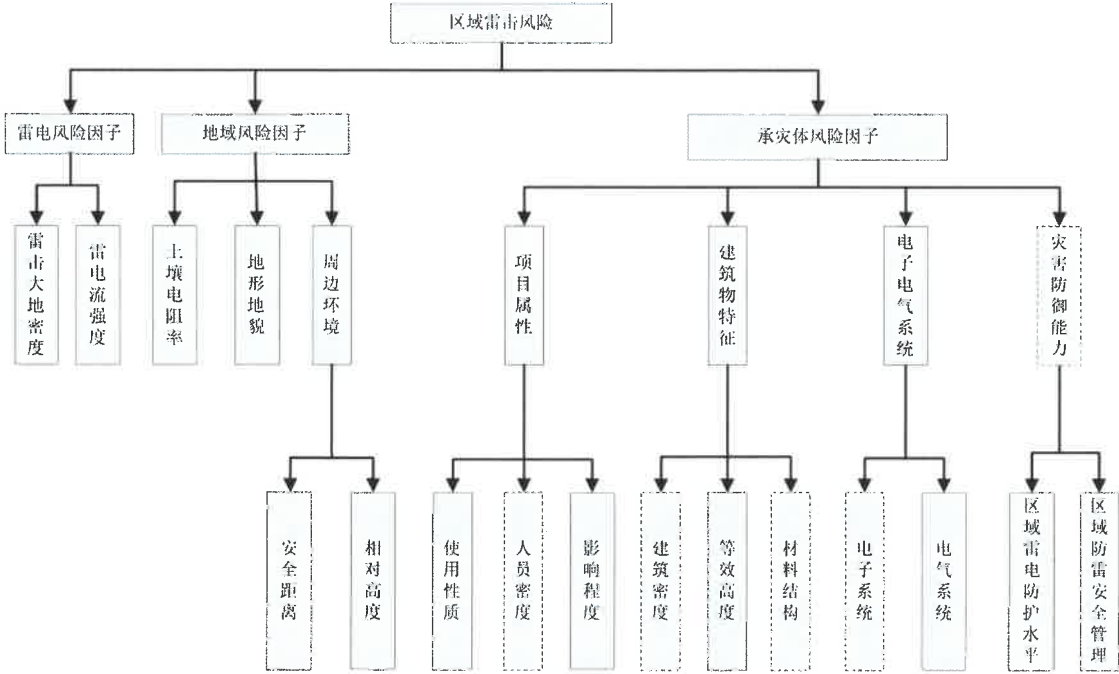


图 4.1 雷击风险评估模型

虚框部分适宜区域内存在已建项目，如相关信息收集不全也可以等同待建项目。本项目中包含已建项目和规划项目，其中已建项目适用所有评价指标，如北区 2 个评估区块和南区 2 个评估区块。规划项目选取实框内评价指标，如嘉宝样板区。

对评估指标体系中所有底层指标参数进行预处理，即对获取的参数进行计算得出指标的隶属度。指标量的隶属度计算分为两种方式：

(1) 定量指标参量的隶属度计算

定量指标参量有雷击密度、雷电流强度、土壤电阻率、等效高度。

(2) 定性指标参量的隶属度计算

定性指标参量包括安全距离、相对高度、使用性质、影响程度、材料结构、电气系统。

4.5 区域雷击风险评估指标

4.5.1 雷电风险影响因素

(1) 地闪密度隶属度

根据定量指标隶属度的确定方法和区域年地闪密度分级标准，I级、II级、III级、IV级、V级如表4.2所示。分级中间值分别取1.25、3.75、6.25、8.75、20.5（个/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

表 4.2 地闪密度分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
地闪密度(次/ ($\text{km}^2 \cdot \text{a}$))	[0, 2.5)	[2.5, 5)	[5, 7.5)	[7.5, 10)	[10, ∞)

计算隶属度时，地闪密度的上限可取31次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

(2) 雷电流强度隶属度

雷电流强度 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级所取区间如表4.3所示。

表 4.3 雷电流强度分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷电流强度 (kA)	[0, 5)	[5, 10)	[10, 15)	[15, 30)	[30, ∞)

雷电流强度隶属度可由评估项目所在区域的雷电流强度分布概率直接得出。

4.5.2 地域风险影响因素

(1) 土壤电阻率隶属度

根据定量指标隶属度的确定方法和土壤电阻率分级标准,令 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级如表 4.4 所示,范围中间值分别为 140、70、50、30、10 ($\Omega \cdot m$)。

表 4.4 土壤电阻率分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤电阻率($\Omega \cdot m$)	[80, ∞)	[60, 80)	[40, 60)	[20, 40)	[0, 20)

计算隶属度时,土壤电阻率值上限可取 200 ($\Omega \cdot m$)。

(2) 地形地貌

地形地貌分级标准如表 4.5 所示。

表 4.5 地形地貌分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
地形地貌	平原	水域面积占比 [5, 20%)	水域面积占比 [20%, 60%)	水域面积占比 [60%, 1)	旷野孤立或突出区域

(3) 周边环境隶属度

周边环境包括两个子指标: 安全距离、相对高度。

a. 安全距离隶属度参考表 4.6

表 4.6 安全距离分级标准

危险等级	安全距离 (m)				
	0/20区	1/21区	储存火炸药及其制品	2/22区	具有爆炸危险的露天钢质封闭气罐
II 级	[0, 1000)	[0, 1000)	[0, 500)	[0, 500)	[0, 500)
III 级	[0, 500)	[0, 500)	[0, 300)	[0, 300)	[0, 300)
IV 级	[0, 300)	[0, 300)	[0, 100)	[0, 100)	[0, 100)
V 级	[0, 100)	[0, 100)	[0, 100) (易引起爆炸且后果严重)	/	/

b. 相对高度隶属度分五个等级, 如表 4.7 所示。

表 4.7 相对高度分级标准

危险等级	区域内项目危险特征
I 级	评估区域被比区域内项目高的外部建（构）筑物或其他雷击可接闪物体所环绕。
II 级	评估区域外局部方向有高于评估区域内项目的建（构）筑物或其他雷击可接闪物体。
III级	评估区域外建（构）筑物或其他雷击可接闪物体与评估区域内项目高度基本持平。
IV级	评估区域外建（构）筑物或其他雷击可接闪物体低于区域内项目高度。
V 级	评估区域外无建（构）筑物或其他雷击可接闪物体。

考虑到评估区域内（或评估区域外）的地物可能高度不一致，所以均采用“平均高度”这一概念：即将不同高度的地物综合考虑其占地面积的占比，从而得出平均高度；“评估区域外”仅在以下情况方需考虑：当评估区域内所有建筑物外扩3H宽度后，与区域周边所有建筑物外扩3H宽度有交集，其中H指建筑物每边的扩大宽度，详见GB 21714.2-2015；当评估区域外建（构）筑物或其他雷击可接闪物体与评估区域内项目平均高度差不小于20%以上，方可以认定为“高”或者“矮”。

4.5.3 承灾体风险影响因素

（1）项目属性

项目属性包括以下子指标：使用性质、人员密度、影响程度。

a. 使用性质隶属度分五个等级，如表4.8所示。

表 4.8 使用性质分级标准

危险等级	建（构）筑物的使用性质
I 级	低于 24m 的民用建筑、工业建筑等
II 级	商业建筑、公共娱乐场所、高层建筑等

III 级	超过 100m 的民用建筑、酒店、教学楼、大型工业建筑等
IV 级	三级医院、大型文化体育活动场馆、幼儿园、养老院等
V 级	市级办公业务楼、市级博物馆、大型公共服务设施、有火灾爆炸危险的建（构）筑物等

当区域内建（构）筑物使用性质不同时，通过对建（构）筑物的占地面积按不同危险等级赋予权重（取I级危险等级的权重系数为0.6，II级危险等级的权重系数为0.7，III级危险等级的权重系数为0.8，IV级危险等级的权重系数为0.9，V级危险等级的权重系数为1.0），并根据占地面积大的建（构）筑物确定最终的危险等级。

b. 人员密度

人员密度按照评估区域常态人员数量进行考虑，如表4.9。

表 4.9 人员密度分级标准

危险等级	人员密度（单位：人/km ² ）
I 级	[0, 10000)
II 级	[10000, 20000)
III 级	[20000, 30000)
IV 级	[30000, 40000)
V 级	[40000, ∞)

计算隶属度时，人员密度的上限可取50000（人/km²）。

b. 影响程度，如表4.10所示。

表 4.10 影响程度分级标准

危险等级	区域内项目危险特征
I 级	区域内项目遭受雷击后一般不会产生危及区域外的爆炸或火灾危险。
II 级	区域内项目有三级加油加气站，以及类似爆炸或火灾危险场所。
III级	区域内项目有二级加油加气站，以及类似爆炸或火灾危险场所。
IV级	区域内项目有一级加油加气站，四级/五级石油库，四级/五级石油天然气站场，小型、中型石油化工企业，小型民用爆炸物品储存库，小型烟花爆竹生产企业，危险品计算药量总量小于等于 5000kg 的烟花爆竹仓库，小型、中型危险化学企业及其仓库，以及类似爆炸或火灾危险场所。
V 级	区域内项目有一级/二级/三级石油库，一级/二级/三级石油天然气站场，大型、特大型石油化工企业，中型、大型民用爆炸物品储存库，中型、大型烟花爆竹生产企业，危险品计算药量总量大于 5000kg 的烟

	花爆竹仓库，大型、特大型危险化学品企业及其仓库，以及类似爆炸或火灾危险场所。
--	--

(2) 建筑物特征

建筑物特征主要指建筑密度、等效高度、材料结构。

a、建筑密度隶属度

根据定量指标隶属度的确定方法和占地面积分级标准，令 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级如表 4.11 所示，其中间值分别为 7.50%，22.50%，37.50%，52.50%，80%。

表 4.11 建筑密度分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
建筑密度百分比	[0, 15%)	[15%, 30%)	[30%, 45%)	[45%, 60%)	[60%, 1]

b、等效高度

根据量指标隶属度的确定方法和等效高度分级标准，令 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级如表 4.12 所示，其中间值分别为 15，37.5，52.5，80，350。

表 4.12 等效高度分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
等效高度 (m)	[0, 30)	[30, 45)	[45, 60)	[60, 100)	[100, ∞)

计算隶属度时，上限可取 600m。

c. 材料结构分五个等级，见表 4.13。

表 4.13 材料结构分级标准

危险等级	建（构）筑物的材料结构
I 级	建（构）筑物为木结构
II 级	建（构）筑物为砖木结构
III 级	建（构）筑物为砖混结构
IV 级	建（构）筑物屋顶和主体结构为钢筋混凝土结构
V 级	建（构）筑物屋顶和主体结构为钢结构

(3) 电子电气系统特征

电子电气系统特征包括电子系统、电气系统。

a. 电子系统分级如表4. 14。

表 4. 14 电气系统分级标准

危险等级	区域内电子系统特征
I 级	一般用途的电子系统。
II 级	一般性智能建筑、一级医院、一般公共办公场所等。
III 级	中型展览馆、二级医院、三星级宾馆、区县级公共办公场所等。
IV 级	大型体育场馆、四星级宾馆、市级公共办公场所、乙级安全防范系统等。
V 级	三级医院、五星级宾馆、国家级公共办公场所、甲级安全防范系统等。

b. 电气系统分级如表4. 15。

表 4. 15 电气系统分级标准

危险等级	区域内电气系统特征
I 级	电力负荷中仅有三级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。
II 级	电力负荷中仅有三级负荷，室外低压配电线路全线采用架空电缆，或仅部分线路采用电缆埋地敷设。
III 级	电力负荷中有二级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。
IV 级	符合下列情况之一者： 电力负荷中有一级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。 电力负荷中有二级负荷，全线采用架空电缆，或仅部分线路采用电缆埋地敷设。
V 级	电力负荷中有一级负荷，室外低压配电线路全线采用架空电缆，或仅部分线路采用电缆埋地敷设。

4. 5. 4 灾害防御能力影响因素

灾害防御能力主要应用于已建建设项目的区域雷击风险评估，它表征的是承灾体自身对抗雷电灾害的能力，包括两个子指标：区域雷电防护水平、区域防雷安全管理。

(1) 区域雷电防护水平隶属度详见表4. 16。

表 4. 16 区域雷电防护水平分级标准

危险等级	区域内雷电防护水平
I 级	区域内建（构）筑物按一类建筑物防雷标准采取了相应的防护措施
II 级	符合下列情况之一者： （1）区域内建（构）筑物按一类建筑物防雷标准采取了相应的防直击雷措施，但防闪电感应或防闪电电涌侵入措施保护不全。 （2）区域内建（构）筑物按二类建筑物防雷标准采取了相应的防护措施。
III 级	符合下列情况之一者： （1）区域内建（构）筑物按二类建筑物防雷标准采取了相应的防直击雷措施，但防闪电感应或防闪电电涌侵入措施保护不全。 （2）区域内建（构）筑物按三类建筑物防雷标准采取了防护措施。
IV 级	符合下列情况之一者： （1）区域内建（构）筑物按三类建筑物防雷标准采取了相应的防直击雷措施，但防闪电电涌侵入措施保护不全。 （2）区域内建（构）筑物采取了防闪电感应或防闪电电涌侵入措施，但防直击雷措施保护不全。
V 级	符合下列情况之一者： （1）区域内建（构）筑物按三类建筑物防雷标准采取了相应的防直击雷措施，但防闪电电涌侵入措施保护不全。 （2）区域内建（构）筑物采取了防闪电感应或防闪电电涌侵入措施，但防直击雷措施保护不全。

当区域内建（构）筑物雷电防护水平不同时，就最高级别标准进行赋值。

(2) 区域防雷安全管理

区域防雷安全管理分级主要依据雷电预警服务、雷击事故应急预案以及雷电防护安全教育与培训，具体分级以是否满足或部分满足下述三个条件为判断准则，具体见表4. 17：

- （一）区域所在地有雷电预警服务。
- （二）区域内单位制定有雷击事故应急预案。
- （三）区域内单位定期或不定期对相关人员进行雷电防护安全教育和培训。

表 4.17 区域防雷安全管理分级标准

危险等级	区域内采取的防雷安全管理
I 级	条件(-)(=)(≡)全部满足
II 级	满足条件(=)(≡)或(-)(=)
III 级	满足条件(-)(≡)
IV 级	满足条件(-)或(=)或(≡)
V 级	条件(-)(=)(≡)均不满足

4.5.5 评估指标因子隶属度R的计算

4.5.5.1 定性指标计算

定性指标隶属度的确定方法是将资料收集、现场勘查后的具体情况与该定性指标的分级标准相比较，当其符合某一个危险等级的描述，则说明该指标完全隶属于该危险等级，即隶属度=1。

4.5.5.2 定量指标隶属度的计算

(1) 极小型指标隶属度的计算公式

a) 对于I级($j=1$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \leq v_1 \\ \frac{v_2 - r_{ij}}{v_2 - v_1} & v_1 < r_{ij} < v_2 \\ 0 & r_{ij} \geq v_2 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

式中： r_{ij} ——指向同一上层指标的第*i*个子指标实际值；

$\mu_{v_j}(r_{ij})$ ——第*i*个子指标隶属第*j*级的隶属度。

b) 对于II、III、IV级($j=2, 3, 4$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 0 & r_{ij} \leq v_1 \\ \frac{r_{ij} - v_{j-1}}{v_j - v_{j-1}} & v_{j-1} < r_{ij} < v_j \\ 1 & r_{ij} = v_j \\ \frac{v_{j+1} - r_{ij}}{v_{j+1} - v_j} & v_j < r_{ij} < v_{j+1} \\ 0 & r_{ij} \geq v_{j+1} \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

c) 对于V级($j=5$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \geq v_5 \\ \frac{r_{ij} - v_4}{v_5 - v_4} & v_4 < r_{ij} < v_5 \\ 0 & r_{ij} \leq v_4 \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

注: v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 ——风险指标因子在各分级区间的中间值, 见 4.5。

(2) 极大型指标隶属度的计算公式

a) 对于I级($j=1$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \geq v_1 \\ \frac{r_{ij} - v_2}{v_1 - v_2} & v_2 < r_{ij} < v_1 \\ 0 & r_{ij} \leq v_2 \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

b) 对于II、III、IV级($j=2, 3, 4$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 0 & r_{ij} \geq v_{j-1} \\ \frac{r_{ij} - v_{j-1}}{v_j - v_{j-1}} & v_j < r_{ij} < v_{j-1} \\ 1 & r_{ij} = v_j \\ \frac{v_{j+1} - r_{ij}}{v_{j+1} - v_j} & v_{j+1} < r_{ij} < v_j \\ 0 & r_{ij} \leq v_{j+1} \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

c) 对于V级 ($j=5$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \leq v_5 \\ \frac{v_4 - r_{ij}}{v_4 - v_5} & v_5 < r_{ij} < v_4 \\ 0 & r_{ij} \geq v_4 \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

4.5.5.3 综合评估

1) 综合评估基本公式

$$B = W \cdot R = (w_1, w_2, \dots, w_m) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{m5} \end{bmatrix} = [b_1, b_2, b_3, b_4, b_5] \dots\dots\dots (7)$$

式中: B ——评估指标的隶属度向量;

W ——指向同一上层指标的各子指标所构成的权重向量;

R ——指向同一上层指标的各子指标所构成的隶属度矩阵。

2) 综合评估结果计算

通过多级综合评估,由第四层指标向第一层指标逐级计算得出“区域雷击风险”的隶属度向量。通过加权平均的方法量化得到综合评估结果 g 值:

$$g = 1*b_1 + 3*b_2 + 5*b_3 + 7*b_4 + 9*b_5 \dots\dots\dots (8)$$

3) 风险等级判定

根据综合评估结果g值，按表4.18进行风险等级判定。

表 4.18 区域雷击风险分级标准

危险等级	说 明
	综合评估用 g 表示，g 值越小代表区域内项目雷击致灾风险越低，g 值越大代表区域内项目雷击致灾风险越高，g 值区间 (0, 10)。
I 级	综合评估 $0 < g < 2$ ，低风险，产生雷击灾害事故的可能性较小。
II 级	综合评估 $2 \leq g < 4$ ，较低风险，产生雷击灾害事故的可能性小。
III 级	综合评估 $4 \leq g < 6$ ，中等风险，产生雷击灾害事故的可能性较大。
IV 级	综合评估 $6 \leq g < 8$ ，较高风险，产生雷击灾害事故的可能性大。
V 级	综合评估 $8 \leq g < 10$ ，高风险，产生雷击灾害事故的可能性极大。
备注	风险评估报告结论中应给出g值所对应的主要风险影响因子及雷电防护建议。

第五章 区域雷击风险评估计算分析

区域主要为规划用地，因此其评估指标采用图 4.1 实框指标。

5.1 雷电风险影响因素

5.1.1 地闪密度

根据定量指标隶属度的确定方法和区域年地闪密度分级标准，令 V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 分别为 1.25、3.75、6.25、8.75、20.5（取等级范围中间值）。

根据资料统计，项目区域地闪密度为 3.2（个/km²·a），因此根据极大型隶属函数处理方法计算如下：

$$\mu_{v1}(r_1) = \frac{3.75 - 3.2}{3.75 - 1.25} = 0.22$$

$$\mu_{v2}(r_2) = \frac{3.2 - 1.25}{3.75 - 1.25} = 0.78$$

因此，可以得出地闪密度的隶属度如下表所示：

表 5.1 地闪密度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
地闪密度隶属度	0.22	0.78	0	0	0

5.1.2 雷电流强度

依据项目区域雷电流统计可知，隶属度表格如下：

表 5.2 雷电流强度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷电流强度隶属度	0.138	0.300	0.213	0.175	0.175

5.2 地域风险影响因素

5.2.1 土壤电阻率

根据实测数据区域土壤电阻率平均值分别为 23.89 Ω·米，因此根据极小型隶属函数处理方法，土壤电阻率各区间隶属度如下：

$$\mu_{v4}(r_4) = \frac{23.86 - 10}{30 - 10} = 0.943$$

$$\mu_{v5}(r_5) = \frac{30 - 23.86}{30 - 10} = 0.057$$

表 5.3 土壤电阻率隶属度表

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤电阻率隶属度	0	0	0	0.943	0.057

5.2.2 地形地貌

结合规划区域内无水域，结合表4.5分级标准，区域地形地貌分级隶属度 I 级。

表 5.4 地形地貌分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
地形地貌隶属度	1	0	0	0	0

5.2.3 周边环境

周边环境包括两个子指标：安全距离、相对高度。

1) 安全距离

项目周边 30 米范围内有中石化南茂加油站，根据安全距离分级标准表 4.6，区域安全距离隶属度为IV级。

表 5.5 安全距离隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
安全距离隶属度	0	0	0	1	0

2) 相对高度

根据区域各单体建筑物规划高度，区域规划高度均值为30.1米（图则中获取）。从现场勘测及区域规划看，街坊西侧目测范围内有20层高上引国际酒店，部分方向区域内建筑物外扩3H宽度后，与区域外建筑物存在一定交集。结合相对高度分级标准，可判断出相对高度隶属度Ⅱ级。

表 5.6 相对高度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
相对高度隶属度	0	1	0	0	0

5.3 承灾体风险影响因素

5.3.1 项目属性

项目属性包括两个子指标：使用性质、影响程度。

1) 使用性质

区域主要为一类、二类工业用地。结合区域发展规划，24-05 街坊内，用地属性为二类工业用地，工业企业为生产需要配建自用的危险化学品仓库。结合使用性质分级标准表 4.8，使用性质隶属 V 级。

表 5.7 使用性质隶属度

危险等级	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
使用性质隶属度	0	0	0	0	1

2) 影响程度

该区域主要定位为新能源车制造基地，结合影响程度分级标准（表 4.10），区域影响程度隶属于 V 级，具体见下表：

表 5.8 影响程度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
影响程度隶属度	0	0	0	0	1

5.3.2 建构筑特征

建筑物特征主要通过等效高度体现。区域建筑物规划限高的平均值为30.1米。因此根据极大型隶属函数处理方法计算如下：15，37.5，52.5，80，350。

$$\mu_{v1}(r_1) = \frac{37.5 - 30.1}{37.5 - 15} = 0.329$$
$$\mu_{v2}(r_2) = \frac{30.1 - 15}{37.5 - 15} = 0.671$$

因此，可以得出地闪密度的隶属度如下表所示：

表 5.9 等效高度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
等效高度隶属度	0.329	0.671	0	0	0

5.3.3 电子电气系统特征

电子电气系统特征主要是电气系统。本评估区块内有一、二、三级电力负荷，且室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。因此区域的电气系统隶属度为IV级。

表 5.10 电气系统隶属度

危险等级	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
电气系统隶属度	0	0	0	1	0

5.4 区域雷击风险评估结果

区域为一般工业园区，区域雷击风险评估各层指标的权重比，见下表 5.11。

表 5.11 区域各层指标权重比

指标层次	指标名称	权重比值
二	雷电风险：地域风险：承灾体风险	3:1:2
三	雷击密度：雷电流强度	2:1
	土壤电阻率：地形地貌：周边环境	1:1:3
	项目属性：建筑物特征：电子电气系统	1:1:1
四	安全距离：相对高度	1:3
	使用性质：影响程度	3:1

根据上文中雷击风险指标隶属度以及指标权重比，最终计算得到各级指标本区域四级及以上指标雷电风险隶属度分布。

5.4.1 四级指标

(1) 周边环境因子

周边环境因子由安全距离和相对高度构成，两者权重比值为1:3，因此各级周边环境因子= $0.25 \times \text{安全距离} + 0.75 \times \text{相对高度}$ ，最终得到周边环境因子隶属度如下表所示。

表 5.12 周边环境因子隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
周边环境因子	0	0.75	0	0.25	0

(2) 项目属性因子

项目属性因子由使用性质和影响程度构成，两者权重比值为3:1，因此各级项目属性因子= $0.75 \times \text{使用性质} + 0.25 \times \text{影响程度}$ ，最终得到项目属性因子隶属度如下表所示。

表 5.13 项目属性因子隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
项目属性因子	0	0	0	0	1

5.4.2 三级指标

(1) 雷电风险因子

雷电风险因子由雷电密度和雷电流强度构成，两者权重比值为2:1，最终得到雷电风险因子隶属度如下表。

表 5.14 雷电风险因子隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷电风险因子	0.193	0.620	0.071	0.058	0.058

(2) 地域风险因子

地域风险因子由土壤电阻率、地形地貌和周边环境构成，三者权重比值为 1:1:3，最终得到地域风险因子隶属度如下表。

表 5.15 地域风险因子隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
地域风险因子	0.200	0.450	0	0.339	0.011

(3) 承灾体风险因子

承灾体风险因子由项目属性、建筑物特征和电子电气系统三个指标构成，三者权重比值为 1:1:1，最终得到承灾体风险因子隶属度如下表。

表 5.16 承灾体风险因子隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
承灾体风险因子	0.110	0.223	0	0.333	0.333

5.4.3 二级指标

雷击风险计算由雷电风险、地域风险和承灾体风险三个因子构成，三个因子权重比为 3:1:2。最终得到区域雷击风险隶属度如下表。

表 5.17 雷击风险隶属度

区域名称	区域雷击风险隶属度值				
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
JSS30405	0.166	0.460	0.035	0.197	0.142

结合区域雷击风险隶属度值，根据综合评估 $g=1*b_1+3*b_2+5*b_3+7*b_4+9*b_5$ ，得出本片区的最最终风险值和风险等级，详见下表。

表 5.18 风险值

区域名称	风险值	风险等级
JSS30405	4.376	III级（中等）

经评估计算可知，JSS30405 区域雷击风险综合评估 g 值为 4.376 处于中等风险区域，产生雷击灾害事故的可能性较大，处于III级以上的原始影响指标主要有**土壤电阻率、安全距离、使用性质、影响程度、电气系统**等。雷电防护安全工作中应有针对性地对这些指标进行重点考虑。

第六章 区域雷击风险评估结论

6.1 雷电环境分析结论

1. 根据上海市 2009 年—2024 年闪电定位监测数据统计，评估区域项目区域范围内共发生地闪 80 次，历年地闪密度的平均值为 3.2 次/(km²·a)。

2. 评估区域项目区域范围内地闪主要发生在 7 月~9 月，占比 85%。地闪主要集中 0 时~1 时和 18 时~19 时发生，分别占总地闪数的 17.5%和 30%。

3. 评估区域项目区域范围内雷电强度主要分布在 0kA~30kA 之间，占全部地闪 82.5%左右。其中出现过的最大雷电强度为 66.3kA，发生在 2021 年 9 月 10 日 13:07。

4. 不同雷电防护等级时雷电强度分布概率，表中指标可作为关键参数用于区域内具体建构物的防雷设计。

5. 当区域内建筑物较高或靠近边界时，可参考评估区域项目区域外延 1km 范围的历年闪电定位监测数据：地闪密度的平均值为 3.3 次/(km²·a)。

6. 计算区域雷电环境电磁场辐射面积与区域面积的占比，在无地物阻挡的情况下，区域 5.3%的面积电磁辐射强度能达到 2.4Gs，区域所有面积都受到 0.07Gs 的电磁辐射。

表 6.1 评估区域雷电环境分析汇总表

雷电环境参数	指标值
区域内地闪密度（次/ km ² ·a）	3.2
区域内最大雷电流强度（kA）	66.3
区域内≤5kA 雷电流幅值分布概率	13.8%

区域内 $I \leq 10\text{kA}$ 雷电流幅值分布概率	43.8%
区域内 $I \leq 16\text{kA}$ 雷电流幅值分布概率	58.8%
区域内 $I \geq 200\text{kA}$ 雷电流幅值分布概率	0.0%
区域内 $I \geq 150\text{kA}$ 雷电流幅值分布概率	0.0%
区域内 $I \geq 100\text{kA}$ 雷电流幅值分布概率	0.0%
区域内历史雷电电磁环境达到0.07GS影响区域占比%	100%
区域内历史雷电电磁环境达到2.4GS影响区域占比%	5.3%
区域1km缓冲半径地闪密度 (次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	3.3

6.2 区域雷击风险评估计算结论

评估区区域雷击风险综合评估 g 值为 4.376，发生雷击灾害事故的可能性较大。

各区处于III级以上的原始影响指标有土壤电阻率、安全距离、使用性质、影响程度、电气系统等。雷电防护安全工作中应有针对性地对这些指标进行重点考虑。

第七章 综合雷电防御策略

通过分析项目周边地物环境和雷电环境，结合项目区域雷击风险评估计算结果，提出以下雷电防御策略：

1. 整体选址布局建议

JSS30405 区域 24-05 街坊西北角和东南角区域及 22-01 街坊南部区域地闪密度高于均值，对于变配电、通信机房及火灾、爆炸危险场所等对雷电敏感的建设项目选址应尽量避免上述区域。

2. 电气及电子设备间布置建议

JSS30405 区域 24-05 街坊中部区域及 26-01 街坊多个区块位于电磁辐射高影响区域，电磁敏感设备应尽量避免高电磁辐射影响区域，如需放置电磁敏感设备建议放置建筑中心位置，避免放置在建筑顶层四角位置和四角竖直方向区域房间。

3. 防雷分类设计建议

本项目内建（构）筑物进行防雷装置设计时，可参照具体建（构）筑物所在区域的雷电环境分析结果（见 6.1）进行计算。区块规划中的一般建筑进行防雷分类可参考本文表 7.1 中给出的典型值进行设计。

4. 电子信息系统雷电防护等级设计建议

本项目内建（构）筑物电子信息系统进行雷电防护等级设计时，可参照具体建（构）筑物所在子区域的雷电环境分析结果（见 6.1）进行计算。一般建筑可参考本文表 7.1 中给出的典型值进行设计。

5. 直击雷（侧击雷）防护建议

相对高度和等效高度的风险：建议控制建筑高度不宜高于 100m。区块内规划高于 60 m 的建筑物，其上部占高度 20%并超过 60 m 的部位应防侧击，防侧击应采取以下措施：①在建筑物上部占高度 20%

并超过 60m 的部位，各表面上的尖物、墙角、边缘、设备以及显著突出的物体，应处于接闪器保护范围内；②在建筑物上部占高度 20%并超过 60m 的部位，布置接闪器应符合对本类防雷建筑物的要求，接闪器应重点布置在墙角、边缘和显著突出的物体上；③可利用符合规范要求的外部金属物作为接闪器，还可利用布置在建筑物垂直边缘处的外部引下线作为接闪器。

6. 等电位连接及电涌保护器设计建议

区域内电涌保护器防护值时需考虑本区域历史最大的雷电流强度。所有进出建筑物的外来导电物体、电气和电子系统均应在 LPZ0_A 或 LPZ0_B 与 LPZ1 区的界面处做等电位连接或安装适配的电涌保护器，相关参数选择参考详见表 7.1。电涌保护器电压保护水平 U_p 应低于电气和电子系统设备能承受的冲击电压的水平，并留有 20%裕量。当无法确定设备耐冲击过电压额定值时，可参照“分配电箱处所安装的电涌保护器 U_p 值小于或等于 2kV、设备机房配电箱或电源插座内所安装的电涌保护器 U_p 值小于或等于 1.2kV”执行。

表 7.1 雷电防护设计样例表

湾区高新区 JSS30405 单元					
建筑物种类		一般民用、工业建筑			
		社区服务中心	商业广场	住宅小区	办公楼
建筑物外形尺寸 (m)	L	30	60	36	50
	W	20	50	36	30
	H	24	30	60	80
建筑物等效截收面积 A_e (km ²)		0.0204	0.0347	0.0409	0.0473
入户设施截收面积 A_e' (km ²)	$A' e_1$	0.0480	0.0480	0.0480	0.0480
	$A' e_2$	0.0480	0.0480	0.0480	0.0480
建筑物及入户设施年预计雷击次数 N (次/a)	$N_g=3.2$	0.3721	0.4181	0.4377	0.4584
电子信息系统设备因雷击损坏可接受的最大年平均雷击次数 N_c (次/a)	$C_{大}$	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417
	$C_{中}$	0.0707	0.0707	0.0707	0.0707

	$C_{小}$	0.1526	0.1526	0.1526	0.1526
建筑物年预计雷击次数及防雷分类		0.0652	0.1111	0.1308	0.1514
	二类	二类	二类	三类	三类
电子信息系统防护等级 E	$C_{大}$	0.8879	0.9002	0.9047	0.9090
		C 级	C 级	C 级	B 级
	$C_{中}$	0.8099	0.8308	0.8384	0.8457
		C 级	C 级	C 级	C 级
	$C_{小}$	0.5898	0.6349	0.6513	0.6670
		D 级	D 级	D 级	D 级
建筑物总配电系统（第一级）通流量 I_{imp} (kA) 或 I_n (kA)	雷电流幅值按照 100kA(三类)/150kA(二类) 计算	$I_{imp}: 5$ 或 $I_n: 50.0$	$I_{imp}: 2.3$ 或 $I_n: 23.0$	$I_{imp}: 3.3$ 或 $I_n: 33.0$	$I_{imp}: 2.8$ 或 $I_n: 28.0$
注：建筑物高度数据采用控规中的限高数据，供设计参考使用，最终设计应结合建筑实际尺寸、使用性质等进行计算。					

7. 电子信息系统线缆屏蔽建议

当户外金属信号线缆采用非屏蔽电缆时，从人孔井到手孔井到机房的引入线应穿钢管埋地引入，评估区域 $23.98 \Omega \cdot m$ ，分别代入计算出埋地长度为 9.8m 小于标准值 15m，因此区域的非屏蔽电缆引入线埋地长度设计应不小于 15m，且电缆屏蔽槽或金属管道应在入户处进行等电位连接。

8. 防接触和防跨步电压措施建议

评估区域土壤电阻率相对略偏小，在雷电过程影响下，本区域易发生雷击，应在重要敏感区域做好防接触和防跨步电压措施。

9. 电气系统风险防范措施建议

建（构）筑物的入户设施、本身电气系统以及后期可能敷设的金属管道（包括消防管道、雨水管道），均有可能成为雷电感应或雷电波侵入的路径，从而导致电气电子系统的损害甚至引起火灾，应做好相应的防护措施。

10. 建筑物幕墙玻璃模拟雷击试验建议

区域内采用玻璃幕墙设计的高层建筑物，易引发雷击导致发生玻璃沿面闪络现象。一旦发生玻璃破碎坠落，不仅会损坏建筑立面，更将严重威胁地面行人安全。因此，建议依据本项目雷电流参数特征，包括最大幅值及各强度区间概率分布，采用模拟自然雷击的方式，对建筑玻璃幕墙系统开展针对性雷击试验，以验证其防雷可靠性并评估潜在风险。

7.1 区域防雷管理措施

1. 后期区域建成后应制定相应的雷击事故应急预案以及常规教育培训措施等，加强对重点区域的管理，防止发生次生、衍生灾害事件。

2. 若区域内有规划中存储、生成火灾、爆炸危险场所物品的建（构）筑物或机房等重点建筑采取防火隔离措施，避免雷击导致火灾危险而使建筑物内的人员出现伤亡或设备造成损坏。

3. 应加强与气象主管部门的合作，提供雷电预警专业服务。在雷电敏感部位建立防雷在线安全监控系统，集中监管防雷设施安装及运行情况，及时发现并消灭防雷安全隐患，同时可为事故鉴定提供数据支撑。

4. 建立防雷安全场所、依托园区现有建筑物建设躲避区域、紧急疏散通道等，在人员密集的区域增设安全引导设施。

5. 为了保证防雷装置发挥作用，应按照法律法规及技术标准要求，委托具有防雷装置检测资质的检测机构对项目施工阶段、验收阶段的防雷装置进行安全检测，对投入使用的防雷装置进行年度检测，并做好日常专人维护。

6. 区域雷击风险是一个动态评估的过程，它将随着气候、地物环境和下垫面的变化而产生改变，建议至少每十年对该项目区域的整体雷电防护情况开展一次全面的雷击风险评估工作，为雷击风险管理决策提供科学依据。

7.2 结论汇总

结合第 6、7 章结论，形成如下风险表（表 7.2），建议园区做好相应的防范措施。

表 7.2 评估区域雷电灾害风险表

区域	类别	结论	风险点	防范措施
JSS30405	地闪密度	区域平均雷电密度为 3.2 次/(km ² ·a)。以 500×500m 进行区域网格计算, 网格地闪密度为 1.0~4.8 次/(km ² ·a)。	24-05 街坊西北角和东南角区域及 22-01 街坊南部区域	变配电、通信机房及火灾、爆炸危险场所等对雷电敏感的建设项目选址应尽量避开风险点区域。 区块规划中的一般建筑进行防雷分类可参考本文表 7.1 中给出的典型值进行设计。
	雷电强度	区域范围内雷电流强度主要分布 0kA~30kA 之间, 占全部地闪 82.5%左右。其中出现过的最大雷电强度为 66.3kA。	雷电流强度高值区 (见图 2.13) 较为分散。	区域内电涌保护器防护值时需考虑本区域历史最大的雷电流强度。所有进出建筑物的外来导电物体、电气和电子系统均应在 LPZ0 _A 或 LPZ0 _B 与 LPZ1 区的界面处做等电位连接或安装适配的电涌保护器, 相关参数选择详见表 7.1。如需放置电磁敏感设备建议放置建筑中心位置, 避免放置在建筑顶层四角位置和四角竖直方向区域房间。
	雷电活动时间分布	地闪主要发生在 7 月~9 月发生, 活跃在凌晨和傍晚。	全区域	个人: 了解雷电防护知识, 关注雷电预警信号; 单位: 制定相应的雷击事故应急预案以及常规教育培训措施等, 加强对重点区域的管理, 防止发生次生、衍生灾害事件。
	土壤电阻率	现场勘测分别为 23.98Ω·m。	全区域	建立防雷安全场所、依托园区现有建筑物建设躲避区域、紧急疏散通道等, 在人员密集的区域增设安全引导设施。
	承灾体风	地闪密度、土壤电阻率、使用	全区域	区域的非屏蔽电缆引入线埋地长度设计应不小于 15m, 且电缆屏蔽槽或金属管道应在入户处进行等电位连接。在重要敏感区域做好防接触和防跨步电压措施。 做好直击雷 (侧击雷) 防护; 建 (构) 筑物的入户设施、

	险	性质、影响程度、材料结构、等效高度、电气系统、区域雷电防护能力和区域防雷安全管理。		本身电气系统以及后期可能敷设的金属管道（包括消防管道、雨水管等）做好防护；委托具有防雷装置检测资质的检测机构对投入使用的防雷装置进行年度检测（火灾、爆炸危险场所每半年一次），并做好日常专人维护。
	承灾体风险	土壤电阻率、安全距离、使用性质、影响程度、电气系统。	全区域	做好直击雷（侧击雷）防护；建（构）筑物的入户设施、本身电气系统以及后期可能敷设的金属管道（包括消防管道、雨水管等）做好防护；委托具有防雷装置检测资质的检测机构对投入使用的防雷装置进行年度检测（火灾、爆炸危险场所每半年一次），并做好日常专人维护。

结束语

全面雷击风险评估是防雷工作中的一项全局性的工作，是对各种雷电灾害影响因素的综合考虑。本报告根据区域规划的具体特性，对区域进行区域风险雷电评估，为科学有效地实施雷电防护提供了依据。

本报告书内容只适用于湾区高新区 JSS30405 单元项目（且主要依据为本项目规划图开展评估）。委托方应对本报告内容保密，不得向报告所在区域外的建设项目、单位及个人提供相关技术资料、数据等内容。

本次评估结果是在现有委托方提供的资料条件下开展的评估风险，本次评估依据上海湾区高新技术产业开发区管理委员会图纸及资料，若建筑尺寸、使用性质发生改变应重新进行评估。



附 录

附件 1 地闪数据

附表 1.1 评估区域内地闪数据（节选）

编号	日期	纬度	经度	雷电流强度 (kA)
1	2009/6/5 18:31	30.823	121.352	7.3
2	2009/6/20 17:26	30.826	121.353	4.4
3	2009/6/20 17:47	30.825	121.349	4.7
4	2009/8/21 12:13	30.833	121.346	7.4
5	2009/8/21 12:23	30.826	121.347	18.4
6	2009/8/27 0:21	30.834	121.345	12.8
7	2009/8/27 0:22	30.831	121.354	3.8
8	2009/8/27 0:31	30.827	121.356	5.2
9	2009/8/27 0:32	30.830	121.351	27.3
10	2009/8/27 0:32	30.834	121.350	9.7
11	2009/8/27 0:32	30.835	121.354	8.4
12	2010/4/21 20:10	30.831	121.353	8.1
13	2010/6/29 2:47	30.824	121.356	7.0
14	2010/7/3 22:52	30.835	121.348	30.8
15	2010/7/4 17:54	30.828	121.346	15.9
16	2010/7/4 17:57	30.837	121.352	29.6
17	2010/7/4 17:58	30.830	121.355	7.2
18	2010/7/4 18:00	30.824	121.348	11.6
19	2010/7/4 18:03	30.833	121.351	5.0
20	2010/7/4 18:07	30.824	121.352	7.3
21	2010/7/4 18:24	30.835	121.345	8.5
22	2010/7/4 18:24	30.835	121.345	20.0
23	2010/8/27 23:19	30.824	121.349	13.8
24	2010/8/27 23:19	30.831	121.346	11.6
25	2011/7/1 12:31	30.824	121.356	16.3
26	2011/8/11 16:56	30.832	121.349	15.0
27	2017/8/5 13:14	30.833	121.345	36.0
28	2017/8/8 20:44	30.830	121.349	32.6
29	2018/9/17 3:11	30.836	121.354	24.8
30	2019/4/9 15:29	30.825	121.356	25.1
31	2019/8/27 22:18	30.822	121.349	26.5

32	2019/8/27 22:18	30.827	121.347	35.1
33	2019/8/27 22:23	30.834	121.345	41.7
34	2019/8/27 22:32	30.835	121.346	22.7
35	2019/8/27 22:32	30.835	121.346	19.5
36	2020/8/10 17:54	30.823	121.353	22.7
37	2021/9/10 13:07	30.828	121.354	66.3
38	2022/6/24 6:22	30.832	121.348	25.7
39	2022/8/26 4:34	30.823	121.349	26.7
40	2023/5/4 21:11	30.835	121.350	11.9

注：数据来源于上海市气象局，并经技术处理。

附件 2 现场勘测记录表

雷击风险评估现场勘测记录表 1#

项目名称: 1#区域 勘测当日天气: 多云
 勘测日期: 2025.04.04 气象观测所属区县: 金山区

采集点 GPS 位置	地极间距 (米)	测试结果 ($\Omega \cdot m$)	土壤性质	土壤状况
30.83916 121.34965	1	26.48	☐ 粘土 (浅层) ☐ 粘土 (深层) ☐ 陶土 ☐ 陶土 (杂质) ☒ 园地 ☐ 沙质土壤	☒ 土壤干燥 ☐ 中等潮湿 ☐ 较为潮湿
	2	20.55		
	3	21.17		
	4	13.72		
	5	12.45		
	6	11.53		
周边环境	☐ 基地位于旷野独立或可视为孤立环境 ☐ 基地位于河边、湖边、海边或其他土壤电阻率较低的区域			
	项目周边有其他建筑物			
	基地方位	建筑物高度 (或层数)	与基地的直线距离	周边建筑平行边长度
	东	/	/	/
	南	/	/	/
	西	/	/	/
	北	/	/	/
	基地周边建筑物分布示意图			
	1#区域外西侧有中石化南茂加油站, 1#区域内西侧有 20 层高上引国际酒店, 中部有约 20 米高优合仓库, 东侧有 7 层高公租房。			

雷击风险评估现场勘测记录表 2#

项目名称：2#区域

勘测当日天气：多云

勘测日期：2025.04.04

气象观测所属区县：金山区

采集点 GPS 位置	地极间距（米）	测试结果（Ω·m）	土壤性质	土壤状况
30.83825 121.34487	1	28.61	☐ 粘土（浅层） ☐ 粘土（深层） ☐ 陶土 ☐ 陶土（杂质） ☒ 园地 ☐ 沙质土壤	☒ 土壤干燥 ☐ 中等潮湿 ☐ 较为潮湿
	2	17.72		
	3	18.66		
	4	15.67		
	5	13.52		
	6	11.42		
周边环境	☐ 基地位于旷野独立或可视为孤立环境			
	☐ 基地位于河边、湖边、海边或其他土壤电阻率较低的区域			
	项目周边有其他建筑物			
	基地方位	建筑物高度（或层数）	与基地的直线距离	周边建筑平行边长度
	东	/	/	/
	南	/	/	/
	西	/	/	/
	北	/	/	/
	基地周边建筑物分布示意图			
	2#区域内有 4 层高无人机基地办公厂房。			

雷击风险评估现场勘测记录表 3#

项目名称: 3#区域

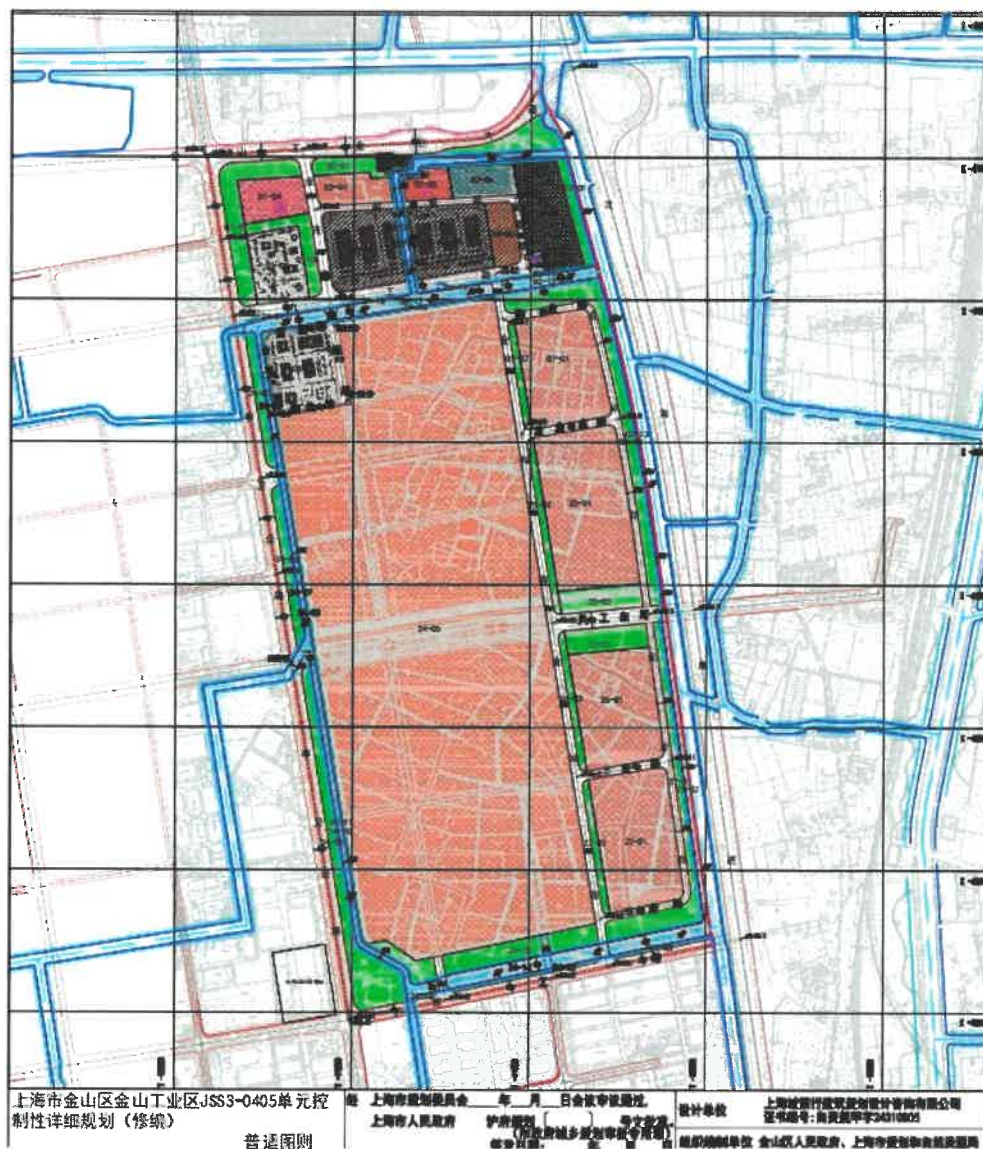
勘测当日天气：多云

勘测日期: 2025.04.04

气象观测所属区县: 金山区

采集点 GPS 位置	地极间距（米）	测试结果（Ω •m）	土壤性质	土壤状况
30.82241 121.35701	1	22.30	□粘土（浅层） □粘土（深层） □陶土 □陶土（杂质） ✓园地 □沙质土壤	✓土壤干燥 □中等潮湿 □较为潮湿
	2	33.23		
	3	32.68		
	4	25.20		
	5	18.54		
	6	14.41		
周边环境	□ 基地位于旷野独立或可视为孤立环境 □ 基地位于河边、湖边、海边或其他土壤电阻率较低的区域			
	项目周边有其他建筑物			
	基地方位	建筑物高度(或层数)	与基地的直线距离	周边建筑平行边长度
	东	/	/	/
	南	/	/	/
	西	/	/	/
	北	/	/	/
	基地周边建筑物分布示意图			
	3#区域外南侧目测范围内有 5 层高厂房。			

附件 3 图则



附图 1. 评估区域项目评估区域企业及街坊分布图

注：规划信息由湾区高新区提供