

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	5
1.3 设计水平年	6
1.4 水土流失防治责任范围	6
1.5 水土流失防治目标	7
1.6 项目水土保持评价结论	8
1.7 水土流失预测结果	9
1.8 水土保持措施布设成果	10
1.9 水土保持监测方案	11
1.10 水土保持投资及效益分析成果	11
1.11 结论	12
2 项目概况	16
2.1 项目组成及工程布置	16
2.2 施工组织	22
2.3 工程占地	39
2.4 土石方平衡	42
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	47
2.6 施工进度	48
2.7 自然条件	49
3 项目水土保持评价	54

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	54
3.2 建设方案与布局水土保持评价	55
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	64
4 水土流失分析与预测	66
4.1 水土流失现状	66
4.2 水土流失影响因素分析	66
4.3 土壤流失量预测	66
4.4 水土流失危害分析	76
4.5 指导性意见	76
5 水土保持措施	78
5.1 防治区划分	78
5.2 措施总体布局	78
5.3 分区措施布设	81
5.4 施工要求	88
6 水土保持监测	92
6.1 监测范围与时段	92
6.2 内容和方法	92
6.3 点位布设	95
6.4 实施条件和成果	95
7 水土保持投资估算及效益分析	98
7.1 投资估算	98
7.2 效益分析	109

8 水土保持管理	111
8.1 组织管理	111
8.2 后续设计	111
8.3 水土保持监测	112
8.4 水土保持监理	113
8.5 水土保持施工	115
8.6 水土保持设施验收	116
附表	118
附件	128
附件 1 关于清华大学昌平基地 110kV 输变电工程项目备案的函 ...	129
附件 2 关于昌平基地 110kV 输变电工程配电装置楼及综合服务楼项目“多规合一”协同平台初审意见的函	131
附件 3 关于清华大学昌平基地 110kV 输变电工程外电源工程“多规合一”协同意见的函	134
附件 4 建设工程规划许可证（外电源工程）	136
附件 5 建设工程规划许可证（变电站工程）	138
附件 6 施工合同	140
附件 7 北京市建筑垃圾收集运输、处置服务合同	146
附件 8 北京市建筑垃圾利用方案备案表	153
附件 9 占地补偿工作协议	157

附图

附图 1. 地理位置图

附图 2. 项目区水系图

附图 3. 项目区土壤侵蚀强度分布图

附图 4. 总平面图（变电站）

附图 5. L1 线新建电缆隧道平面图（1/4）

附图 6. L1 线新建电缆隧道平面图（2/4）

附图 7. L1 线新建电缆隧道平面图（3/4）

附图 8. L1 线新建电缆隧道平面图（4/4）

附图 9. L2 线新建电缆隧道平面图（1/2）

附图 10. L2 线新建电缆隧道平面图（2/2）

附图 11. L1 线新建电缆隧道纵断图（1/2）

附图 12. L1 线新建电缆隧道纵断图（2/2）

附图 13. L2 线新建电缆隧道纵断图（1/2）

附图 14. L2 线新建电缆隧道纵断图（2/2）

附图 15. 电力隧道横断面图

附图 16. $\Phi 8.5$ 四通井结构图

附图 17. L2 线 1#竖井结构图

附图 18. L2 线 7#、8#竖井结构图

附图 19. 水土流失防治责任范围及防治分区图

附图 20. 分区防治措施总体布局图（含监测点位）

附图 21. 变电站工程区防治措施总体布局图（含监测点位）

附图 22. 外电源工程区（L1 线）防治措施总体布局图（含监测点位）

附图 23. 外电源工程区（L2 线）防治措施总体布局图（含监测点位）

附图 24. 生产生活区防治措施总体布局图（含监测点位）

附图 25. 集雨池典型措施布设图

附图 26. 透水铺装典型措施布设图

附图 27. 变电站工程区植物措施典型措施布设图

附图 28. 外电源工程区植物措施典型措施布设图

附图 29. 临时沉沙池典型措施布设图

附图 30. 临时堆土（表土）典型措施布设图

附图 31. 临时堆土（槽土）典型措施布设图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

(1) 项目建设必要性

清华大学昌平科研基地是用于承接国家重大项目及中央和国家机关在京重点建设项目等的重要基地。根据清华大学发展规划，昌平基地一期用电负荷约 45693kW，终期用电负荷 109613kW。现状清华 35kV 变电站主变扩建与增容已经无法满足新增负荷需求，因此实施清华大学昌平基地 110kV 输变电工程是十分必要的。

(2) 建设内容及位置

清华大学昌平基地 110kV 输变电工程（以下简称“本项目”）位于北京市昌平区南口镇，建设内容包括昌平基地 110kV 输变电工程配电装置楼及综合服务楼（以下简称“变电站工程”）、昌平基地 110kV 输变电工程外电源工程（以下简称“外电源工程”）。

变电站工程位于北京市昌平区南口镇虎峪村，昌平科研基地内，东至清华核能研究院东路、南至辛立庄中路、西至南口化工东路、北侧临近虎峪村。拟建 1 座 110kV 全户内地上变电站，配套建设 1 栋综合服务楼，总建筑面积为 8600m²，其中地上建筑面积 7187m²，地下建筑面积 1413m²。中心点坐标 116°9′17.529″E，40°15′22.624″N。

外电源工程位于北京市昌平区南口镇，新建 L1 线和 L2 线两条电力隧道，路径总长度 2558.4m。L1 线起于邓庄 220kV 变电站西侧，接拟建中国计量科学研究院 110kV 输电隧道（L1K0+000.0），向西敷设至规划南口东外环路永中以东 23m 处（L1K0+435.3），后向北敷设，止于在建的南涧路电缆隧道（L1K1+544.6）。L1 线长约 1544.6m，新建 2.6m×2.4m 单孔明挖电力隧道 1490.4m、2.6m×2.9m 单孔暗挖电力隧道 54.2m，起点坐标 116° 10′ 23.170″ E，40° 14′ 18.564″ N、终点坐标 116° 10′ 9.768″ E，40° 14′ 51.259″ N。L2 线起于规划辛立庄中路与南涧路交叉路口，接南涧路在建的电缆隧道（L2K0+000.0），沿规划辛立庄中路永中以东 8m 向北敷设至规划清华核能研究院南街永中以北 18m 处

(L2K0+919.1)，后向西敷设，止于清华大学昌平基地 110kV 变电站 (L2K1+013.8)。L2 线长约 1013.8m，新建 2.0m×2.1m 单孔明挖电力隧道 719.9m、2.0m×2.3m 单孔暗挖电力隧道 293.9m，起点坐标 116° 9′ 28.247″ E，40° 14′ 52.026″ N、终点坐标 116° 9′ 15.134″ E，40° 15′ 20.841″ N。

(3) 建设性质及等级

本项目属新建项目，输变电Ⅲ级工程。

(4) 项目组成

本项目由变电站工程、外电源工程及附属设施组成。变电站工程主要建设配电装置楼、综合服务楼及附属设施，同步建设室外道路及绿化工程等；外电源工程建设 L1 线和 L2 线两条电力隧道，路径总长度 2558.4m。

生产生活区：本项目共布置生产生活区 4 处，其中变电站工程在站外北侧空地布置生产生活区 1 处，用于临时办公，在科研基地西北门布置生产生活区 1 处，用于工人生活，新增临时占地面积 0.92hm²；外电源工程布置生产生活区 2 处，分别位于 L1 线和 L2 线施工临时占地范围内，占地面积 0.42hm²。

施工道路：本项目施工道路总长度 4539.6m，其中变电站工程利用科研基地内既有道路 118m；外电源工程新建施工道路 4421.6m，位于临时占地范围内，施工期间采用钢板铺垫，完工后拆除，恢复原有用地性质。

临时堆土区：本项目共布置临时堆土区 4 处，其中表土堆土区 2 处、槽土堆土区 2 处，分别位于外电源工程 L1 线和 L2 线施工临时占地范围内。临时堆土区总面积 0.18hm²。

(5) 拆迁（移民）数量及安置方式

本项目外电源工程涉及村集体土地上非住宅房屋（包括建筑物、构筑物及其他附属物和附属设备）及地上附着物、坟墓、林地等。根据建设单位签订的《占地补偿工作协议》，由北京市昌平区南口镇人民政府做好涉及辛力庄村、陈庄村、太平庄村作业宽度 50m 范围内的地上物清理、腾退补偿、搭建围挡等工作。现状林地面积 5.06hm²，需要采伐栎树、刺槐、杨树、阔叶混交林等 1292 株，更新树种为樱桃、核桃、银杏、苹果等 1292 株，移植紫叶李、栎树、洋槐、臭椿、核桃、银杏等 1262 株，建设单位给予“林业植被恢复费”。

(6) 专项设施改（迁）建

本项目不涉及专项设施改（迁）建。

（7）建设工期

工程计划于 2025 年 4 月开工，2026 年 6 月竣工，建设总工期为 15 个月。

（8）投资

工程总投资 53439 万元，含土建投资 38453 万元，资金来源为学校自有资金。

（9）工程占地

本工程用地总面积为 13.64hm²，其中永久征地 0.83hm²，临时占地 12.81hm²。占地类型包括教育用地 3.91hm²、公园与绿地 1.60hm²、零售商业用地 0.75hm²、其他林地 5.06hm²、设施农用地 0.20hm²、农村道路 2.05hm²、城镇村道路 0.01hm²及沟渠 0.06hm²。

外电源工程隧道设计长度 2558.4m，L1K1+490.4-L1K1+544.6 暗挖隧道长 54.2m，位于南涧路之下，施工期间不占用地面，不纳入防治责任范围，施工占地长度 2504.2m，施工占地宽 31.0~50.0m，平均施工扰动宽度 37.0m，施工未扰动地表区域主要采取临时铺垫措施，主体工程施工结束后恢复原有用地性质。

（10）土石方情况

土石方挖填总量 27.18 万 m³，其中挖方 15.23 万 m³，填方 11.95 万 m³，无借方，余方 3.28 万 m³，均为工程槽土，其中变电站工程余方 0.13 万 m³ 运往北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目，其余变电站工程余方 0.74 万 m³、外电源工程余方 2.41 万 m³，共 3.15 万 m³ 运往北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。

（11）依托工程

清华大学昌平科研基地：本项目变电站工程区、外电源工程区 L2 线及生产生活区位于清华大学昌平科研基地内，占地面积 6.26hm²，其中永久占地 0.83hm²，临时占地 5.43hm²。科研基地已具备较完善的基础设施，现有道路、供水、排水、供电等设施能够满足施工需求。

昌平区南涧路（规划四路-旧西路）道路工程：本项目外电源工程 L1 线终点和 L2 线起点均与昌平区南涧路（规划四路-旧西路）道路工程在建的电缆隧道相接。该工程西起规划四路，东至旧西路，全长约 4km，同步实施电缆隧道、雨水、污水等工程。该工程已于 2023 年 6 月开工，其中与本项目 L1 线终点(L1K1+544.6)

相接的北京警察学院以东至旧西路段正在建设中，计划 2025 年底前完工；与 L2 线起点（L2K0+000.0）相接的北京警察学院以西至规划四路段道路工程及各类地下管线已建设完成。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2022 年 11 月 29 日北京电力经济技术研究院有限公司编制《清华大学昌平基地 110kV 输变电工程可行性研究报告》；2023 年 1 月 13 日，教育部发展规划司发布了《关于清华大学昌平基地 110kV 输变电工程项目备案的函》（教发司〔2023〕5 号），对本项目进行立项。

建设单位已于 2022 年 8 月 4 日取得《北京市规划和自然资源委员会昌平分局关于昌平基地 110kV 输变电工程配电装置楼及综合服务楼项目“多规合一”协同平台初审意见的函》京规自（昌）初审函〔2022〕0040 号、2023 年 9 月 14 日取得《北京市规划和自然资源委员会昌平分局关于清华大学昌平基地 110kV 输变电工程外电源工程“多规合一”协同意见的函》京规自基础策划（昌）函〔2023〕0035 号；2023 年 11 月 23 日取得《建设工程规划许可证》（外电源工程）2023 规自（昌）市政字 0098 号、2024 年 7 月 10 日取得《建设工程规划许可证》（变电站工程）2024 规自（昌）建字 0028 号。

根据《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规的要求，遵照“谁开发、谁保护，谁造成水土流失、谁负责治理”的原则，建设单位于 2022 年 6 月委托北京清大绿源科技有限公司承担了本项目的水土保持方案编制工作。接受委托后，编制单位立即成立项目组进行实地踏勘，收集了项目区自然概况、社会经济情况、水土流失和水土保持情况、主体设计等方面的资料，并就技术问题，与项目建设单位、当地水行政主管部门及有关专家进行了咨询。在此基础上，结合设计文件等资料，按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定，编制完成本项目水土保持方案报告书。

1.1.3 自然简况

项目区位于平原区，属于暖温带半湿润大陆性季风气候。多年平均气温 13.0℃，极端最高气温 41.9℃，极端最低气温 -15.5℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 4188.3℃。全年无霜期 200 天。项目区多年平均风速 2.3m/s，最大风速为 22.1m/s，全年主

导风向为西北风，大风日数平均 11.8 天。最大冻土深度 80.0cm。多年平均降水量 667.9mm，集中于夏季的 7~9 月，占全年降水的 76%；年蒸发量 1235.5mm。土壤类型为褐土，植被类型为暖温带落叶阔叶林。

项目区在全国土壤侵蚀类型分区中属于北方土石山区，土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 200t/(km²·a)。根据《北京市水土保持规划》，项目区属北京市人民政府公告的水土流失重点治理区。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日发布，2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日施行）；

(2) 《北京市水土保持条例》（2016 年 1 月 1 日施行，2019 年修订）。

1.2.2 部委规章

(1) 《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年水利部令第 53 号发布，2023 年 3 月 1 日起施行）。

1.2.3 规范性文件

(1) 《全国水土保持规划》（2015-2030 年）（国函〔2015〕160 号）；

(2) 《水利部办公厅关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（水利部，办水保〔2013〕188 号）；

(3) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定（试行）通知》（办水保〔2018〕135 号）；

(4) 《水利部关于进一步深化“放管服”改革，全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号）；

(5) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》（办水保〔2023〕177 号）；

(6) 《北京市水土保持规划》（京水务郊〔2017〕56 号）。

1.2.4 技术标准

(1) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；

(2) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；

- (3) 《生产建设项目土壤流失量计算导则》（SL773-2018）；
- (4) 《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）；
- (5) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）；
- (6) 《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T 51297-2018）；
- (7) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (8) 《水利水电工程制图标准-水土保持图》（SL 73.6-2015）；
- (9) 《水土保持监理规范》（SL/T 523—2024）；
- (10) 《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总〔2003〕67号）。

1.2.5 技术资料

- (1) 《清华大学昌平基地 110kV 输变电工程可行性研究报告》，2022 年 11 月，北京电力经济技术研究院有限公司；
- (2) 《关于清华大学昌平基地 110kV 输变电工程项目备案的函》（教发司〔2023〕5 号）；
- (3) 《北京市水土保持公报》（2023 年）；
- (4) 《昌平区水土保持公报》（2023 年）；
- (5) 主体工程设计资料；
- (6) 北京市昌平区有关部门提供的气象、水文及水土保持相关资料；
- (7) 其他基础资料。

1.3 设计水平年

工程计划于 2025 年 4 月开工，2026 年 6 月完工，建设总工期为 15 个月，水保方案设计水平年为主体工程完工后的当年，即 2026 年。

1.4 水土流失防治责任范围

水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），结合项目实际情况，本项目水土流失防治责任范围 13.64hm²，包括永久占地 0.83hm²，临时占地 12.81hm²。

表 1.4-1

水土流失防治责任范围表

单位: hm^2

行政分区	防治分区	占地面积	占地性质
北京市昌平区	变电站工程区	0.83	永久占地
	外电源工程区	11.89	临时占地
	生产生活区	0.92	临时占地
防治责任范围		13.64	

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 水土流失防治标准

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号）、《北京市水土保持规划》（京水务郊〔2017〕56 号）及《水利部办公厅关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（水利部，办水保〔2013〕188 号），本项目位于北京市水土流失重点治理区。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的规定，结合项目区两区划分的结果，本项目执行一级标准（北方土石山区），水土流失防治目标需根据土壤侵蚀强度及行业标准要求进行修正，具体如下：

（1）现状侵蚀强度影响：项目区现状土壤侵蚀程度以微度侵蚀为主，土壤流失控制比相应提高至 1.0 或以上，本报告确定提高至 1.01。

（2）项目区位置影响：项目区位于城市区，渣土防护率提高 1%。

（3）两区划分：本项目位于北京市水土流失重点治理区，根据国标要求应“提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点”，本项目提高至 27%。

按照以上原则，本工程设计水平年的六项指标的综合防治目标值为：水土流失治理度 95%，土壤流失控制比 1.01，渣土防护率 98%，表土保护率 95%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 27%。

1.5.2 防治目标

（1）项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理。

（2）水土保持设施安全有效。

（3）水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复。

（4）根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定，

结合项目区两区划分的结果，本项目执行一级标准。

设计水平年水土流失防治目标详见表 1.5-1。

表 1.5-1 水土流失防治指标（北方土石山区）

目标 指标	一级标准		修正系数			根据 城市 区适 当调 整	根据 “两 区划 分” 结果 调整	采用目标 值	
	施 工 期	设 计 水 平 年	按降 水量 修正	按侵 蚀强 度修 正	按地 形地 貌			施 工 期	设 计 水 平 年
水土流失治理度（%）	-	95	-	-	-	-		-	95
土壤流失控制比	-	0.90	-	+0.11	-	-		-	1.01
渣土防护率（%）	95	97	-	-	-	+1		95	98
表土保护率（%）	95	95	-	-	-	-		95	95
林草植被恢复率（%）	-	97	-	-	-	-		-	97
林草覆盖率（%）	-	25	-	-	-	-	+2	-	27

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

按照《水土保持法》、GB 50433-2018 的规定要求，对主体工程水土保持制约性因素一一对照进行了分析与评价。分析评价可知：工程选址（线）涉及水土流失重点治理区，存在制约因素，通过“提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失”，能够达到水土保持要求，因此工程选址（线）可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

（1）变电站工程利用科研基地内现状道路可到达项目区，利用变电站内绿化区域作为施工生产区，减少临时占地。因特殊管理要求，生产生活区无法设置在永久用地红线范围内，因此在站外布置生产生活区 2 处，分别位于变电站北侧空地和科研基地西北门处。主体设计用地指标合理，符合《电力工程项目建设用地指标》（建标〔2010〕78 号）用地指标，占地面积符合水土保持要求。

（2）外电源工程为减小开挖面，采用明挖与暗挖相结合的施工方式，明挖长度 2210.3m，暗挖长度 348.1m，在隧道施工范围内搭设施工生活区，施工道路、

土方倒运区及临时堆土区等，均设置在外电源工程施工临时占地范围内。施工道路利用钢板铺垫，既可减少施工扰动造成的水土流失，又能将植被的损坏程度降到最低。

(3)主体工程土石方挖填总量 27.18 万 m^3 ，其中挖方 15.23 万 m^3 (自然方)，填方 11.95 万 m^3 (自然方)，无借方，余方 3.28 万 m^3 ，均为工程槽土，将其中 0.13 万 m^3 运往北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、3.15 万 m^3 运往北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。主体工程土石方调配遵循“移挖作填”的原则，外电源工程分段施工、滚动推进，通过各施工段间的土方调运，减少临时堆土量、缩短土方堆放时间，控制水土流失。

(4)取、弃土场设置评价：本项目不设置取土场，不设单独的弃土场，不存在水土保持制约性因素。工程余方运至北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程。

(5)本项目施工现场建设实体围挡，对裸露地表及时进行苫盖、现场布置临时洒水车进行降尘、施工出入口车辆清洗、渣土车封闭运输等。填筑土方时采取随挖、随运、随填、随压的方式施工。本项目主体工程设计的施工时序、施工方法及工艺科学合理，工期安排紧凑，可降低因人为扰动诱发的水土流失危害，符合水土保持的要求。

主体工程从自身功能和安全角度考虑，布设了具有水土保持功能的雨水管线、透水砖铺设、土地整治、绿化工程、临时沉沙池等措施。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)的界定原则，纳入本方案水土保持措施投资，主体计列的水保措施在充分发挥主体工程自身作用的同时，有效地防治了水土流失。本方案在上述措施基础上，增加临时堆土防护措施、临时占地恢复措施，施工期间临时排水等措施，全时段、全方位防治工程建设过程中产生的水土流失。

1.7 水土流失预测结果

根据工程建设特点，结合项目区自然条件，确定工程建设水土流失类型为水力侵蚀，水土流失重点时段为施工期，重点部位为外电源工程区。

工程建设共扰动地表面积 12.52hm^2 (暗挖段 L2k0+000-L2K0+160.1 下穿现状商业用地硬化地面 0.75hm^2 、L2K0+880.0-L2K1+013.8 下穿科研基地硬化道路 0.37hm^2 ，施工期间不破拆硬化地面，未扰动面积 1.12hm^2)，预测时段内项目区

水土流失总量为 571.73t，其中新增水土流失量 498.83t，原地貌水土流失量为 72.90t。项目水土流失重点部位为外电源工程区。

工程建设会剧烈扰动地表，可能造成水土流失危害包括：土地生产力降低；破坏植被，加速土壤侵蚀；降低周边生态环境质量，加大周边土地沙化和扬尘；增加雨季水体含沙量，淤积河道，影响行洪安全等。

1.8 水土保持措施布设成果

根据该项目特点及主体工程布局、设计和施工情况，结合项目施工可能造成水土流失特点，将该项目水土流失防治分区划分为 3 个区：变电站工程区、外电源工程区、生产生活区，总占地面积为 13.64hm²。

1.8.1 变电站工程区

施工期间沿临时道路外侧布置临时排水沟 280m，末端接临时沉沙池 1 座，裸露地表采用防尘网覆盖 5300m²，洒水降尘 240 台时。

施工结束后及时对水土保持工程及植物措施范围进行土地整治，面积 0.18hm²，绿化区表土回覆 0.04 万 m³，铺草坪 0.13hm²，绿化由科研基地内洒水车进行灌溉；道路下方沿路布置雨水管 320m，停车位采用透水砖铺装 0.05hm²，设置地埋式集雨池 1 座，容积为 150m³。

1.8.2 外电源工程区

施工期间沿开挖沟槽东侧布置临时施工及生活区，集中设置临时堆土区用于存放无法即时回填的表土和槽土，设置袋装土拦挡 696m³，周边设置临时排水沟 696m，末端接入临时沉沙池内，临时堆土及裸露地表采用防尘网覆盖 69736m²；西侧设置 6m 宽临时道路供渣土车使用，东侧 5m 宽临时道路供人员和车辆通行，均采用钢板铺垫，钢板铺垫面积 24068m²；西侧临时道路之外为土方倒运区，中转堆存时间较短，一般不足 1 天，对周边不良影响较小。工程施工前剥离表土 0.85 万 m³，施工结束后进行土地整治 6.94hm²，表土回覆 0.81hm²，栽植乔木 2554 株、撒草籽 3.34hm²。

1.8.3 生产生活区

生产生活区主要为变电站工程办公及生活场地，新增临时占地 0.92hm²。变电站北侧设置生产生活区 1 处，占地面积 0.09hm²，用于临时办公；昌平科研基

地西北门设置生产生活区 1 处，占地面积 0.83hm^2 ，用于人员生活。施工期间生产生活区地面采用混凝土预制块铺垫，减少对原有地表的破坏，铺设临时排水沟 220m，经临时沉沙池沉淀后接入现状雨水系统，完工后进行土地整治 0.92hm^2 ，采取撒草籽恢复措施。

1.9 水土保持监测方案

本项目水土保持监测工作与主体工程同步开展。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号），本项目为建设类项目，监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束。

（1）监测内容：施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等。

（2）监测时段：从施工准备期 2025 年 4 月开始至设计水平年（2026 年）结束。

（3）监测方法：采用实地调查监测、地面观测及资料分析等方法。

（4）监测点位布设。选取不同工程水土流失及施工特点设定位监测点 6 处，其中变电站工程区 1 处、外电源工程区 4 处、生产生活区 1 处。项目建设过程中，水土保持监测点的布设可根据项目实施情况，由水土保持监测单位在水土保持监测实施方案中具体落实。

（5）监测频次。施工准备期开展 1 次全面调查，摸清项目建设区背景情况，即水土流失影响因子及水土流失状况等。扰动土地情况监测频次不少于每月 1 次，土壤流失面积每月 1 次，水土流失量每月 1 次，正在实施的水土保持措施建设情况每月监测 1 次，水土保持工程措施拦挡效果每月监测记录 1 次，主体工程建设进程、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况每月监测记录 1 次，遇暴雨（日降雨量 $\geq 50\text{mm}$ 或 1 小时降雨量 $\geq 25\text{mm}$ ）加测 1 次。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

项目水土保持方案总投资为 979.39 万元，其中工程措施 101.18 万元，植物措施 544.07 万元，临时措施 187.41 万元，独立费用 87.43 万元，基本预备费 55.21 万元，水土保持补偿费 4.09 万元。

通过水土保持方案的实施,防治责任范围内可能造成水土流失基本得到控制,水土保持措施实施后,可治理水土流失面积 12.52hm²,减少土壤流失量 97.99t,至方案设计水平年,各项防治指标均能达到水土保持方案确定的目标值。

1.11 结论

经对项目建设区实地调查踏勘、水土流失预测、水土保持分析与评价及水土流失防治方案设计,从水土保持角度分析,工程选址、布局和施工组织设计可行;但是,项目建设区属北京市水土流失重点治理区,工程选址无法避让,在严格落实本方案,加强管理,减少地表扰动和破坏、加强治理和补偿措施的前提下,使项目建设造成的水土流失降低到最小;经建设单位协同各有关单位进行分析论证,力求做到弃渣减量化、资源化利用。从水土保持的角度看,只要认真落实水土保持工作,项目建设不会产生大的水土流失影响,本项目的建设是可行的。

本方案实施后,六项防治指标均达到了调整后的目标值,新增水土流失将得到有效控制,扰动区域内植被得以恢复,从整体来看,水土流失治理效果显著。

从水土保持的角度加强对施工单位的管理,强化施工单位预防为主的水土保持意识,严格按照清华大学建设及管理的相关规定,监控人员、机械、车辆等的活动范围,严禁随意扩大施工占地、乱堆乱弃等行为,加强运输过程中的临时防护措施,以免对周边环境造成不良影响。将水土保持措施纳入主体工程招标文件,一起招标。落实方案设计的水土保持措施,做好水土保持专项设计,加强施工组织管理,落实水土保持“三同时”制度。项目竣工验收或投产使用前,建设单位将根据水土保持方案及其审批决定等,按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》(水保〔2017〕365号)要求,开展水土保持设施自主验收工作,水土保持设施验收合格后方可投入使用。

表 1.11-1 水土保持方案特性表

项目名称		清华大学昌平基地 110kV 输变电工程		流域管理机构	海河水利委员会		
涉及省区		北京市	涉及地市或个数	昌平区	涉及县或个数	南口镇	
项目规模		配电装置楼、综合服务楼及配套设施，总建筑面积为 8600m ² 。电力隧道 2558.4m。	总投资(亿元)	5.34	土建投资(亿元)	3.85	
动工时间		2025 年 4 月	完工时间	2026 年 6 月	设计水平年	2026 年	
工程占地 (hm ²)		13.64	永久占地 (hm ²)	0.83	临时占地 (hm ²)	12.81	
土石方量(万 m ³)			挖方	填方	借方	余（弃）方	
			15.23	11.95	-	3.28	
重点防治区名称			北京市水土流失重点治理区				
地貌类型			平原区	水土保持区划		北方土石山区	
土壤侵蚀类型			水力侵蚀	土壤侵蚀强度		微度	
防治责任范围(hm ²)			13.64	容许土壤流失量[t/(km ² ·a)]		200	
水土流失预测总量（t）			571.73	新增水土流失量（t）		498.83	
水土流失防治标准执行等级			北方土石山区一级标准				
防治目标	水土流失治理度（%）		95	土壤流失控制比		1.01	
	渣土防护率（%）		98	表土保护率(%)		95	
	林草植被恢复率(%)		97	林草覆盖率(%)		27	
防治措施及工程量	防治分区	工程措施		植物措施		临时措施	
	变电站工程区	土地整治 0.18hm ² ，雨水管 320m，透水铺装 0.05hm ² ，集雨池 1 座，表土回覆 0.04 万 m ³ ；		铺草坪 0.13hm ² ；		防尘网覆盖 5300m ² ，临时排水沟 280m，临时沉沙池 1 座，洒水降尘 240 台时；	
	外电源工程区	表土剥离 0.85 万 m ³ ，表土回覆 0.81 万 m ³ ；土地整治 6.94hm ² ；		栽植乔木 2554 株、撒草籽 3.34hm ² ；		防尘网覆盖 69736m ² ，临时排水沟 696m，袋装土拦挡 696m ³ ，袋装土拆除 696m ³ ，临时沉沙池 3 座，钢板铺垫 24068m ² ；	
	生产生活区	土地整治 0.92hm ² ；		撒草籽 0.92hm ² ；		临时排水沟 220m，临时沉沙池 1 座。	
投资（万元）		101.18		544.07		187.41	
水土保持总投资(万元)		979.39		独立费用(万元)		87.43	
监理费(万元)		12.00	监测费(万元)	13.78		补偿费(万元)	4.09
措施费（万元）				832.66			

方案编制单位	北京清大绿源科技有限公司	建设单位	清华大学
法定代表人	董冲	法定代表人	李路明
地址	北京市海淀区中关村东路 1 号院 3 号楼 10 层 1001 室	地址	北京市海淀区清华园
邮编	100084	邮编	100084
联系人及电话	于洋 15210542600	联系人及电话	朱常委 15711006799
传真	010-82059677	传真	010-62770296
电子信箱	meredith_yang0413@126.com	电子信箱	zhuchangwei@tsinghua.edu.cn

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

工程特性及主要技术指标：本项目主要建设配电装置楼、综合服务楼、线路工程等。建设地点为邓庄 220kV 变电站西侧，接拟建中国计量科学研究院 110kV 送电隧道至清华大学昌平基地 110kV 变电站，地理位置图见附图 1。本工程项目组成及特性见表 2.1-1。

表 2.1-1 项目组成及特性表

一、总体概况											
项目名称		清华大学昌平基地 110kV 输变电工程									
项目性质		新建项目									
建设单位		清华大学									
项目等级		输变电Ⅲ级工程									
建设规模	变电站工程	建设规模	拟建 1 座 110kV 全户内地上变电站，配套建设 1 栋综合服务楼，总建筑面积为 8600m ² ，其中地上建筑面积 7187m ² ，地下建筑面积 1413m ² 。								
		占地	0.83hm ²								
		施工电源、水源	均由校园现状工程引接，站外无工程量。								
	外电源工程	长度	L1 路径长度约 1544.6m，2.6m×2.9m 单孔暗挖电力隧道 54.2m，2.6m×2.4m 单孔明挖电力隧道 1490.4m；L2 路径长度约 1013.8m，2.0m×2.3m 单孔暗挖电力隧道 293.9m，2.0m×2.1m 单孔明挖电力隧道 719.9m。								
		地貌类型	平原区								
		拆迁及安置	涉及村集体土地上非住宅房屋及地上附着物、坟墓（63 座）、林地（5.057hm ² ）等，由属地政府负责清理。								
二、项目组成及占地情况(hm ²)											
项目组成		占地面积		占地类型							
		永久占地	临时占地	教育用地	公园与绿地	零售商业用地	其他林地	设施农用地	农村道路	城镇村道路	沟渠
变电站工程区		0.83		0.83							

外电源工程区		11.89	2.16	1.60	0.75	5.06	0.20	2.05	0.01	0.06
生产生活区		0.92	0.92							
小计	0.83	12.81	3.91	1.60	0.75	5.06	0.20	2.05	0.01	0.06
总计	13.64									
三、工程土石方工程量（万 m³）										
项目	挖方	填方	调入		调出		借方		余方	
变电站工程区	0.87	0.33	0.33						0.87	
外电源工程区	14.36	11.62			0.33				2.41	
生产生活区										
合计	15.23	11.95	0.33		0.33		0		3.28	

2.1.2 相关项目

(1) 清华大学昌平科研基地

清华大学昌平科研基地，总占地面积 154.70hm²，本项目变电站工程区及外电源工程区 L2 线、生产生活区位于科研基地内。科研基地已具备较完善的基础设施，现有道路、供水、排水、供电等设施能够满足施工需求。本工程在科研基地内占地面积 6.26hm²，其中变电站工程区为永久占地 0.83hm²，外电源工程区 L2 线为临时占地 4.51hm²，生产生活区为临时占地 0.92hm²。科研基地地势整体北高南低，雨水通过自然地坪汇入各建筑周边的下凹式绿地内进行收集、入渗，径流雨水通过雨水口收集入雨水管内排入西南侧湿地，最终排入南涧路市政雨水管。

相关项目位置示意图，详见图 2.1-1。

2558.4m，另外 1091.6m 为昌平区南涧路（规划四路-旧西路）道路工程新建电缆隧道。

昌平区南涧路（规划四路-旧西路）道路工程西起规划四路，东至旧西路，全长约 4km，同步实施电缆隧道、雨水、污水等工程。该工程已于 2023 年 6 月开工，其中与本项目 L1 线终点（L1K1+544.6）相接的北京警察学院以东至旧西路段正在建设中，计划 2025 年底前完工；与 L2 线起点（L2K0+000.0）相接的北京警察学院以西至规划四路段道路工程及各类地下管线已建设完成。

2.1.3 项目组成及布置

（1）变电站工程

建设内容及规模：配电装置楼、综合服务楼及配套设施。配电装置楼建筑面积 3650m²，为地上 3 层、地下 1 层（电缆夹层），地下层高 3.3m；综合服务楼建筑面积 4950m²，为地上 5 层。变电站安装 110/10.5kV、50MVA 有载调压变压器 4 台，变压器与 110kV GIS 之间均采用电缆连接。变电站联络电缆部分为变压器与相应 GIS 间的 110kV 联络电缆设计。本工程自变压器 110kV 侧电缆终端分别引 ZC-YJLW02-64/110kV-1x400mm² 电缆接至相应 GIS 终端，其中自 1#变~101#间隔电缆长 55m×3，2#变~102#间隔电缆长 65m×3，3#变~103#间隔电缆长 80m×3，4#变~104#间隔电缆长 95m×3，ZC-XLPE-10kV-1×300mm² 接地电缆 240m。

平面布置：本站规划设计为全户内型无人值班有人值守地上变电站。主要建（构）筑物有配电装置楼（包括 10kV 开关室、主变间、室外散热器间、110kV GIS 室等设备房间）、综合服务楼、雨水调蓄池、事故油池等，总建筑面积 8600m²。配电装置楼位于站区北部，综合服务楼位于站区南侧。站区西侧及两个建筑物之间设 4.0m 宽消防运输道路，转弯半径为 12m；站区不设围墙，站内道路直接与北侧现状道路相连。主出入口设置于站区西北角，考虑到站区南侧也有规划道路，本次在综合服务楼东西两侧设置 2 个 12m×12m 的回车场，可满足前期站区设备运输及消防要求，待南侧规划路建成后，站区道路可直接与南侧道路连接。室外场地地面全部绿化，地面停车位铺装采用透水砖地面。

竖向布置：综合考虑站区地形、周边站区高程、周边道路情况，初步将站区高程定为 154.00m~157.00m。场地设置北高南低，配电装置楼±0=157.60m，其北侧室外高程为 157.0m，南侧室外高程为 156.12m，综合服务楼±0=155.60m。

隧道，向西新建隧道至规划南口东外环路后折向北，接入南涧路现状电缆隧道，L1 路径长度约 1544.6m。L2 线起点在规划辛立庄中路与南涧路交叉路口，接南涧路在建的电缆隧道，沿规划辛立庄中路东侧向北至规划清华核能研究院南街后，再向西，终点接入新建清华大学变电站南侧隧道甩口。L2 路径长度约 1013.8m。隧道沿线按 31.0m~50.0m 宽走廊清理考虑，包含开槽、临时路、加工、堆料场地所需场地。拟建场地地形呈北高南低，本工程勘察期间实测的勘探孔孔口处的自然地面标高为 102.35m~154.52m。主要工程量见表 2.1-2 及 2.1-3。

表 2.1-2 L1 线主要工程量表

序号	工程内容	工程量	说明
1	2.6m×2.9m 单孔暗挖电力隧道	54.2m	φ8.5m 四通竖井 1 座。
2	2.6m×2.4m 单孔明挖电力隧道	1490.4m	明开直线井 8 座（含 2.6m×2.6m 明开直线井 3 座）、明开三通井 1 座、明开四通井 1 座
3	通风亭	6 座	永久占地 3.75m ² /座
4	接地装置	3 组	

表 2.1-3 L2 线主要工程量表

序号	工程内容	工程量	说明
1	2.0m×2.3m 单孔暗挖电力隧道	293.9m	φ4.0m 直线井 1 座、φ5.2m 三通井 2 座、φ5.2m 二层埋管井 1 座
2	2.0m×2.1m 单孔明挖电力隧道	719.9m	明开直线井 4 座（含 2.6m×2.0m 明开直线井 1 座）
3	通风亭	4 座	永久占地 3.75m ² /座
4	接地装置	2 组	

（3）附属配套设施

项目建设所在地块的周边交通运输较为方便，有利于组织施工。科研基地内现有的基础设施能满足本项目施工的需求，并为本项目提供必须的道路、供水、污水、电力、电信等市政基础条件，满足本项目需求。

2.1.4 弃土处置

本项目余方量 3.28 万 m³，均为工程槽土。变电站工程余方 0.87 万 m³，无需设置土方转运区，挖方直接装入封闭式运土车，其中 0.13 万 m³ 运至北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、0.74 万 m³ 运至北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程；外电源工程余方 2.41 万 m³，经土方倒运区短暂中转后，由封闭

式运土车运至北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。

2.2 施工组织

2.2.1 施工条件

(1) 施工用电

变电站及外电源工程 L2 线施工利用场区内现有供电线路；外电源工程 L1 线施工用电由南涧路临时用电接驳点接引，南涧路临时用电接驳点已预留至南涧路永中以南 70m 处，位于 L1 线生产生活区内，施工场地内设置二级电源箱，无需新建临时供电线路。

(2) 施工用水

变电站及外电源工程 L2 线施工利用场内现有供水管线接入；外电源工程 L1 线施工用水由南涧路供水管接驳，并安装相应的水表。南涧路供水接驳点已预留至南涧路永中以南 70m 处，位于 L1 线生产生活区内，无需新建供水管线。

(3) 施工道路

本项目施工道路总长度 4539.6m，其中变电站工程利用科研基地内既有道路 118m，无需铺设施工进场道路；外电源工程新建施工道路 4421.6m，在施工临时占地内，沿基坑西侧设长 2264.5m、宽 6.0m 临时施工道路，供渣土车通行，东侧纵坡为 2‰，双向横坡 2‰；东侧设长 2157.1m、宽 5m 临时施工道路，西侧纵坡为 2‰，横坡为 2‰。新建施工道路采用钢板铺垫，完工后拆除恢复原有用地性质。

(4) 施工通信

根据现场情况，通信网络信号已覆盖施工区，在施工过程中可用手机进行对外通讯联系。

2.2.2 施工布置

本项目共布置生产生活区 4 处，其中红线内 2 处、红线外新增 2 处临时占地。临时堆土区 4 处，包括表土堆土区 2 处、槽土堆土区 2 处，分别位于 L1 线和 L2 线施工临时占地范围内。材料堆放区 17 处，其中 L1 线 12 处，L2 线 5 处，均位于外电源工程施工临时占地范围内。

(1) 变电站工程

变电站施工场地狭小，拟建“U”形道路，和北侧现有道路形成环路，保障车辆通行顺畅。施工期间利用北侧现状道路出入项目区，站区内西侧设计为绿地，施工期间作为材料堆放、加工等场地、完工后进行绿化施工。因科研基地内特殊管理要求，生产生活区在站外布置，新增生产生活区 2 处，主要用于临时办公及工人生活，临时占地面积 0.92hm^2 。利用站区北侧空地搭建集装箱房用于临时办公，占地面积 0.09hm^2 ；在昌平科研基地西北门搭建集装箱房，用于工人生活，与站区相距约 700m，占地面积 0.83hm^2 ，生产生活区施工期间地面采用混凝土预制块铺垫，完工后进行整地及撒草籽恢复。

(2) 外电源工程

外电源工程在开挖隧道两侧设置施工场地，由西向东依次为土方倒运区（宽 9.0m）、渣土车道路（双向宽 6.0m）、施工安全区（宽 2.0m）、明挖隧道（上口宽 11.6m~16.05m，L1K0+253.9~L1K0+363.7 上口宽 36.8m）、施工安全区（宽 2.0m）、人行及运输车道路（双向宽 5.0m）、材料区/堆土区（宽 9.0m/10.0m）及生活区等，电力隧道施工沿线占地宽 31.0m~50.0m。外电源工程区施工布置详见表 2.2-2。

外电源工程区施工期间布置生产生活区 2 处，分别位于 L1 线和 L2 线施工临时占地范围内，总面积 0.42hm^2 。L1 线生产生活区设置在 L1K1+425.0-L1K1+490.4，面积 0.33hm^2 ，设置单层集装箱房、地面采用混凝土预制块铺垫，现状为非住宅房屋完工后拆除地上物；L2 线生产生活区设置在 L2K0+786.0-L2K0+880.0，面积 0.09hm^2 ，设置双层集装箱房，现状为硬化地面完工后拆除地上物。

临时堆土区 4 处，总面积 0.18hm^2 ，其中表土堆土区 2 处，分别位于 L1 线和 L2 线施工临时占地范围内，面积 0.03hm^2 ，堆土量 0.07 万 m^3 ，堆高 2.0m；槽土堆土区 2 处，分别位于 L1 线和 L2 线，面积 0.15hm^2 ，堆土量 0.42 万 m^3 ，堆高 3.0m。临时堆土区布置情况详见表 2.2-1。

表 2.2-1 临时堆土区布置情况表

位置			桩号	规格 (长×宽×高)	边坡比	面积 (hm ²)	堆土量 (万 m ³)		回填位置	回填量 (万 m ³)	
							表土	槽土		表土	槽土
外电源工程区	L1线	1#表土堆土区	L1K0+540.2-L1K0+548.2	8m×9m×2m	1:1	0.01	0.02		L1K1+479.8~L1K1+490.4	0.02	
		3#槽土堆土区	L1K1+376.0-L1K1+405.0	29m×9m×3m	1:1	0.03		0.07			0.07
	L2线	2#表土堆土区	L2K0+260.0-L2K0+284.0	24m×9m×2m	1:1	0.02	0.05		L2K0+866.1~L2K0+880.0	0.01	
									变电站工程区	0.04	
		4#槽土堆土区	L2K0+470.0-L2K0+605.0	24m×9m×3m	1:1	0.12		0.35	L2K0+866.1~L2K0+880.0		0.06
									变电站工程区		0.29
合计						0.18	0.07	0.42		0.07	0.42

渣土车道路 2264.5m、双向宽 6.0m，人行及车行道路 2157.1m、双向宽 5.0m，内部施工道路总长度 4421.6m，占地面积 2.44hm²。

外电源工程 L1 线明挖隧道双向同步施工，由 L1K1+000.0 向西、L1K1+490.4 向南，采用“长度方向分段”的施工，分段开挖，采用挖掘机人工配合协同开挖，整体依照 20m 为单位长度划分施工段，滚动推进施工，每段施工周期约 21 天，采用“三还一、四还二”的土方倒运方式，在坑深 4.0-5.0m 处设置一台挖掘机负责将上部土体运至土方倒运区，基坑下部设置一台挖掘机将基坑下部土方倒运到上部挖掘机臂伸展范围之内，错台阶，协同开挖。以 L1 段 L1K0+000.0~L1K0+020.0 为例，20m 长度范围内，挖方量 0.11 万 m³，倒运土临时堆放高度 2.0m，最不利条件下所需土方倒运场面积 0.05hm²(长 50.0m、宽 9.0m)，倒运存放时间不足 1 天，尽快运至回填段进行回填，对环境的影响较小，最后施工段保留回填土 0.07 万 m³，堆放至 L1 线槽土临时堆土区用于自身回填。L2 施工方式同上，明挖隧道由 L2K0+160.1 向北、L2K0+880.0 向南双向同步施工，槽土首先将土方外运至北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程综合利用，L2 线后续挖方进行滚动式土方倒运施工，保留变电站所需回填土方 0.29 万 m³及自身回填土方 0.06 万 m³堆放至 L2 线槽土临时堆土区用于自身及变电站回填。

材料堆放区 17 处，其中 L1 线 12 处，L2 线 5 处，均位于竖井施工段东侧，布置包括空压机、锚喷机存放、砂石料、钢筋等材料存放，钢筋、木工等加工区以及模板存放区等，每处材料堆放区占地面积 0.02hm²，长 20.0m，宽 10.0m，材料堆放区随外电源工程施工滚动推进布置，每段布置时间约 21 天。由于明挖隧道施工采用滚动式推进，竖井相隔约 150m，除 L2 线 1#和 2#暗挖竖井，7#和 8#暗挖竖井各集中布置 1 处材料堆放区，其余每个竖井单独布置材料堆放区。

表 2.2-2 外电源工程区施工布置

单位：m

桩号		长度	由西向东									占地宽度	施工扰动宽度
			土方倒运区	渣土车道路	施工安全区	明挖隧道	施工安全区	人行及车行道路	材料区	堆土区	生活区		
L1 线	0~20.0	20.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0	10.0			50.0	47.8
	20.0~24.2	4.2	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0				50.0	37.8
	24.2~140.0	115.8	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0				50.0	36.3
	140.0~160.0	20.0	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0	10.0			50.0	46.3
	160.0~217.6	57.6	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0				50.0	36.3
	217.6~259.6	42.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0	10.0			50.0	47.8
	259.6~336.4	76.8		6.0	2.0	36.8	2.0	3.0				50.0	49.8
	336.4~425.3	88.9	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0				50.0	36.3
	425.3~445.3	20.0	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0	10.0			50.0	46.3
	445.3~540.2	94.9	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0				50.0	36.3
	540.2~548.2	8.0	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0		9.0		50.0	45.3
	548.2~589.2	41.0	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0				50.0	36.3
	589.2~609.2	20.0	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0	10.0			50.0	46.3

桩号		长度	由西向东									占地宽度	施工扰动宽度
			土方倒运区	渣土车道路	施工安全区	明挖隧道	施工安全区	人行及车行道路	材料区	堆土区	生活区		
	609.2~735.0	125.8	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0				50.0	36.3
	735.0~744.9	9.9	9.0	6.0	2.0	12.3	2.0	5.0	10.0			50.0	46.3
	744.9~755.0	10.1	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0	10.0			50.0	47.8
	755.0~813.0	58.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0				50.0	37.8
	813.0~817.2	4.2	9.0	6.0	2.0	13.8	0.2					31.0	31.0
	817.2~877.2	60.0	9.0	6.0	2.0	16.05						33.05~50.0	33.05
	877.2~897.2	20.0	9.0	6.0	2.0	16.05	2.0	5.0	10.0			50.0	50.0
	897.2~1014.9	117.7	9.0	6.0	2.0	16.05	2.0	5.0				50.0	40.05
	1014.9~1034.9	20.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0	10.0			50.0	47.8
	1034.9~1145.0	110.1	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0				50.0	37.8
	1145.0~1165.0	20.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0	10.0			50.0	47.8
	1165.0~1275.0	110.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0				50.0	37.8
	1275.0~1295.0	20.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0	10.0			50.0	47.8
	1295.0~1376.0	81.0	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0				50.0	37.8

桩号		长度	由西向东									占地宽度	施工扰动宽度
			土方倒运区	渣土车道路	施工安全区	明挖隧道	施工安全区	人行及车行道路	材料区	堆土区	生活区		
	1376.0~1381.6	5.6	9.0	6.0	2.0	13.8	2.0	5.0		9.0		50.0	46.8
	1381.6~1405.0	23.4	9.0	6.0	2.0	16.05	2.0	5.0		9.0		50.0	49.05
	1405.0~1425.0	20.0	9.0	6.0	2.0	16.05	2.0	5.0	10.0			50.0	50.0
	1425.0~1455.4	30.4	9.0	6.0	2.0	16.05	2.0	5.0			(50.0)	50.0	50.0
	1455.4~1490.4	35.0	9.0	6.0	2.0	16.05	2.0	5.0			(50.0)	50.0	50.0
	1490.4~1544.6	54.2										0	0
	小计	1544.6											
L2 线	0~160.1	160.1							50.0			50.0	0
	160.1~260.0	99.9	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0				50.0	37.1
	260.0~284.0	24.0	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0		9.0		50.0	46.1
	284.0~300.0	16.0	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0	10.0			50.0	47.1
	300.0~310.0	10.0	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0	10.0			50.0	47.1
	310.0~411.0	101.0	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0				50.0	37.1
	411.0~440.0	29.0	9.0	6.0	2.0	15.35	2.0	5.0				50.0	39.35

桩号		长度	由西向东									占地宽度	施工扰动宽度
			土方倒运区	渣土车道路	施工安全区	明挖隧道	施工安全区	人行及车行道路	材料区	堆土区	生活区		
	440.0~460.0	20.0	9.0	6.0	2.0	15.35	2.0	5.0	10.0			50.0	49.35
	460.0~470.0	10.0	9.0	6.0	2.0	15.35	2.0	5.0				50.0	39.35
	470.0~479.9	9.9	9.0	6.0	2.0	15.35	2.0	5.0		9.0		48.35	48.35
	479.9~578.0	98.1	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0		9.0		46.1	46.1
	578.0~605.0	27.0	9.0	6.0	2.0	11.6	2.0	5.0		9.0		44.6	44.6
	605.0~625.0	20.0	9.0	6.0	2.0	11.6	2.0	5.0	10.0			45.6	45.6
	625.0~686.1	61.1	9.0	6.0	2.0	11.6	2.0	5.0				35.6	35.6
	686.1~786.0	99.9	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0				37.1	37.1
	786.0~880.0	94.0	9.0	6.0	2.0	13.1	2.0	5.0			10.0	47.1	47.1
	880.0~1013.8	133.8							31.0			31.0	31.0
	小计	1013.8											
合计		2558.4											

2.2.3 取土场布置

本项目未设置取土场。

2.2.4 弃土场布置

本项目未设置弃土场，余方为工程槽土，将运往北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。

2.2.5 施工方法与工艺

本项目建设期间施工工艺繁多且复杂，施工工艺之间的联系较为密切。在此，本方案仅描述与水土保持相关的施工工艺，主要包括基础开挖、运移、填筑等。

（1）变电站工程

先对项目区进行土地平整，满足设计要求后再进行其他施工的准备。

施工前做到“三通一平”，即施工区达到具备上、下水、电力以及场地平整的条件，可以进场后迅速开发建设。建设总施工顺序为建筑物→室外管线、道路→绿化。建筑物施工顺序为基坑开挖、支护→主体结构工程→装饰装修。

基坑支护工程：本工程基坑支护安全等级按三级考虑，其中配电装置楼及电缆隧道需要基坑支护， ± 0.00 相当于绝对标高 157.60m，现状地面标高约 156.60m，坑深 1.36~3.63m。综合考虑基坑周边环境、地质特点，基坑支护选用自然放坡+挂网锚喷，距离南侧综合服务楼（与变电站工程同期建设）部位，采用 1:0.5 土钉墙支护。

回填土工程：填方土料应符合设计要求，为保证填方的强度和稳定性，采用含水量符合压实要求的粘性土。基坑回填土在地下室防水卷材保护层施工完毕后即可进行。填土前，应将基坑的松散土及垃圾、杂物等清理干净，并把基层整平。在摊铺土料前，应做好水平标高的控制标志。基坑回填分层铺摊，用蛙式打夯机夯实。基坑回填时应沿建筑物四周分段回填，按铺土、夯实两道工序组织流水施工。在施工段相接处做成阶梯形，然后虚铺土找平一起夯实。在每层回填土夯实后，必须按规范规定进行环刀取样，每 20m~50m 取样一组，取样部位在每层压实后的下半部。回填土压实后测试土的密度达到 90% 的要求。测定土的干密度，必须达到设计要求的干容重，试验合格后方可进行上层的铺土工作。现场及时洒水保持土体湿润。遇到大风天气将现场的白灰及时覆盖保存并停止回填土的施工。

（2）外电源工程

L1 线路长度约 1544.6m，2.6m×2.9m 单孔暗挖电力隧道 54.2m，2.6m×2.4m 单孔明挖电力隧道 1490.4m。L2 线路长度约 1013.8m，2.0m×2.3m 单孔暗挖电力隧道 293.9m，2.0m×2.1m 单孔明挖电力隧道 719.9m。工程施工前由属地政府完成地上物清理，完成施工围挡，达到施工条件后入场施工。

暗挖施工：

L1 线暗挖隧道段为 1 个作业段，为：暗挖明开分界线-终端作业段；L2 线暗挖隧道段为 3 个作业段，分别为：起点-2#暗挖竖井作业段、暗挖明开分界线-7#暗挖井作业段、7#暗挖井-终端作业段。两个暗挖竖井分别向两个方向开挖，分别与新建明挖隧道相接。

暗挖隧道段施工顺序为：暗挖竖井开挖初衬施工→暗挖隧道开挖初衬施工→洞通→隧道防水及二衬结构施工→竖井防水及二衬结构施工→附属设施施工。

竖井施工采用逆作法施工，竖井地面以下 1.3m 设置圈梁，圈梁以上设置临时砖墙防护，砖墙待竖井施工完成后拆除。竖井初衬结构采用网喷混凝土+钢格栅+连接筋+双层网片的支护形式。

竖井锁口完成后，由上向下根据格栅间距大小，竖井开挖一层，喷锚格栅支护一层。按钢格栅设计间距，架设格栅、格栅间连接符合标准，上下纵向连接筋按设计间距布置，焊接符合标准，使格栅组成一个支护体系。

土方采用人工开挖，由上而下逆作施工，将挖方通过电动葫芦提升至地面。竖井井壁土方开挖完成后，经检查开挖尺寸符合设计要求后，按格栅架立要求用螺栓将其连接成整体，固定网片、焊接连接筋固定钢格栅。钢格栅架立完成后立即喷射混凝土。竖井钢格栅每开挖一步，封闭一步。

竖井每完成一榀开挖，采取分侧分块开挖，即一侧喷混凝土支护后再进行另一侧开挖，喷混凝土采用潮喷工艺。开挖时应避免扰动掌子面的土体以免造成塌方。

井身开挖过程中严格控制钢格栅进尺，及时网喷混凝土支护，达到快封闭的目的，为填充初支与壁后土体的空隙采用初支背后回填灌浆措施。

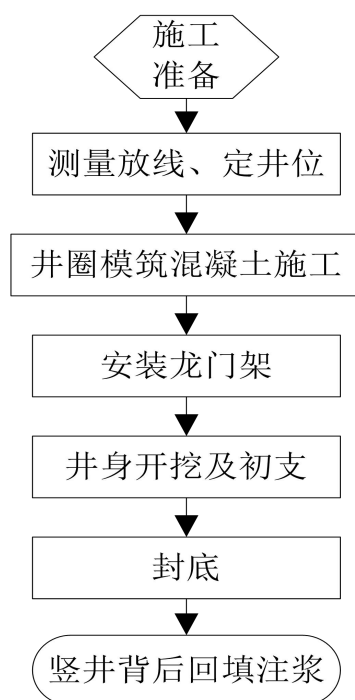


图 2.2-1 暗挖竖井施工工艺流程

暗挖隧道基本位于潜水水位以上，但为保证道路、管线及自身安全，考虑采取侧墙、拱顶帷幕注浆措施，注浆范围为隧道拱顶及侧墙 1.5m。注浆材料：水泥浆。

隧道内深孔注浆单次注浆 12m，纵向搭 3.0m，并设 3m 止浆墙。注浆前应采用钢筋网+喷射混凝土封闭掌子面，厚度 0.3m，采用单层 A6@150×150 钢筋网。根据本工程地层条件以及上覆道路、管线的变形控制标准，要求注浆压力控制在 0.3~0.5MPa。下穿道路至管线位置处调整注浆步长，由 12m 调整至 8m，开挖 6m，预留 2m 止浆墙，同时注浆角度调整为小于 1°，注浆压力根据试验段数据进行调整，调整压力不大于 0.3Mpa；加固范围控制在 0.3-0.6m。注浆完成后，采用喷射混凝土对掌子面进行封闭，确保注浆效果。混凝土厚度为 150mm，内设 $\Phi 6$ 间距 100 双层钢筋网片。

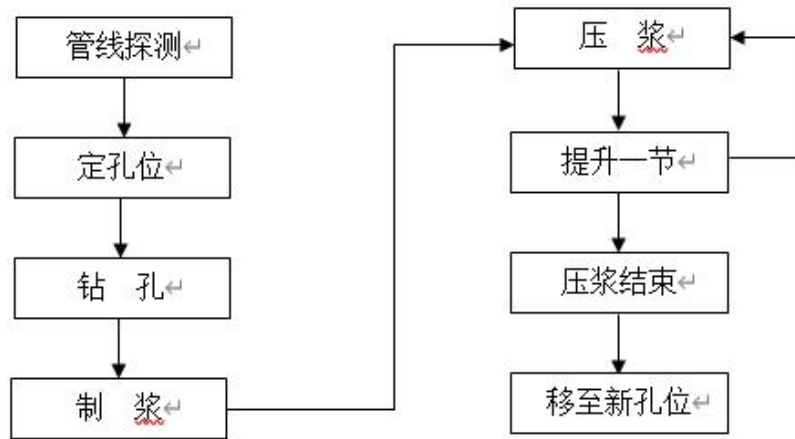
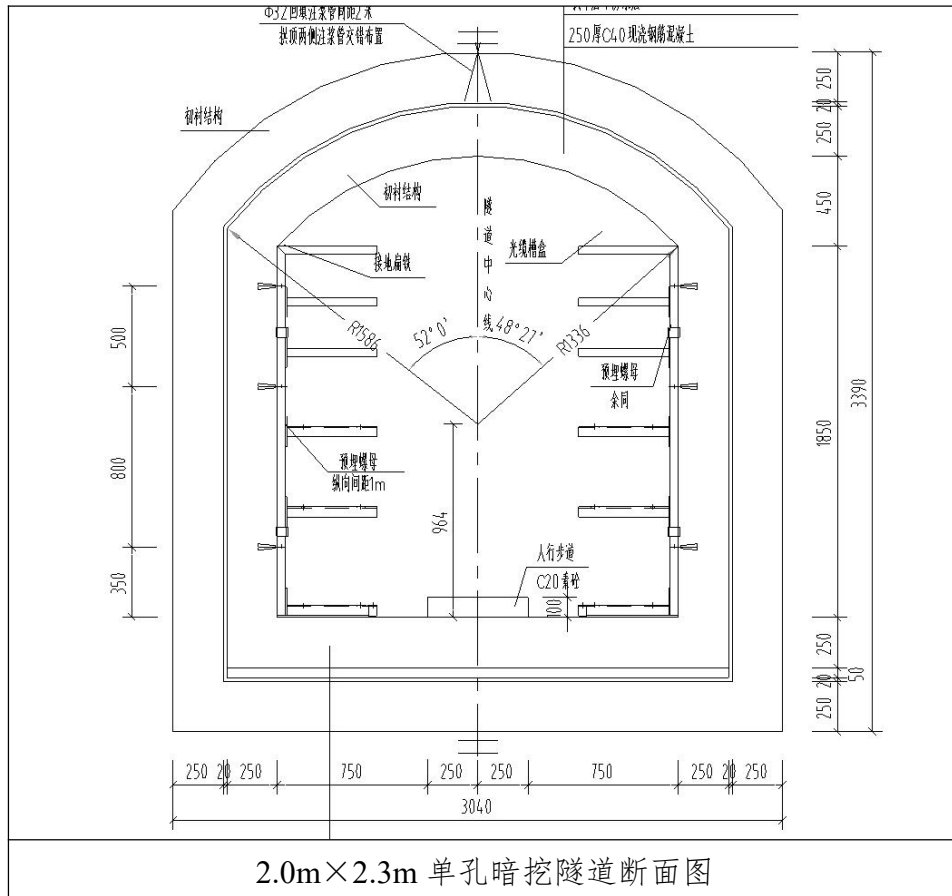


图 2.2-2 隧道注浆工艺流程

隧道超前注浆完成后，进行土体开挖。开挖方式采用人工开挖，人力手推车出渣，通过电葫芦提升出井，自卸车外运。隧道采用正台阶法开挖，上部开挖时采用马口式开挖，留核心土，最后挖除核心土初支封闭成环。

暗挖隧道与明挖隧道相接处断面施做封端墙，暗挖隧道与明挖隧道过渡段，明挖隧道二衬结构顶板伸入暗挖隧道二衬结构内 300mm， $\phi 12$ 钢筋锚入到侧墙 40d，过渡段隧道环向筋 4 $\phi 18$ 。



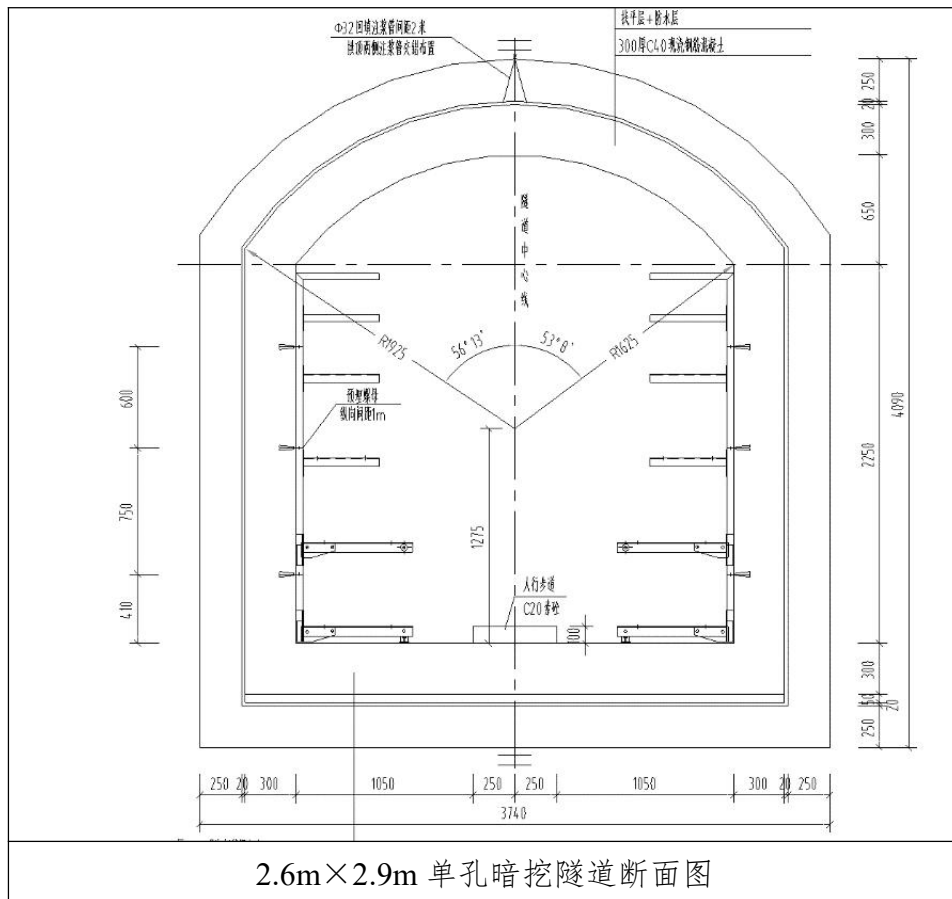


图 2.2-3 暗挖隧道断面图

明挖施工：

明挖隧道施工流程：土方开挖→边坡支护→面层施工→结构施工→回填。

基坑工程的土方挖运根据本工程所采用的基坑支护型式、基坑开挖深度及基坑平面尺寸来确定。土方挖运采用“长度方向分段”的施工方法，分段开挖，采用挖掘机人工配合协同开挖，在坑深 4.0m~5.0m 处设置一台挖掘机负责将上部土体倒运至土方倒运区，基坑底部 6.0m~14.0m 设置一台挖掘机将基坑下部土方倒运到上部挖掘机臂伸展范围之内，错台阶，协同开挖。每层挖土深度约为 1.5~2.0m，分层深度处所在高度均为某一层土钉的施工操作面高度以下 500mm，以便于同土钉墙施工区土方及土钉墙施工相协调。进行最后一步施工时，需预留 300mm 保护土层，人工清槽。

明挖隧道结构采用 C40P6 现浇钢筋混凝土浇筑，外侧施作 4mmSBS 改性沥青防水卷材。隧道顶板保护层采用 70mm 厚 C20 豆石钢筋混凝土浇筑。混凝土灌注采用商品混凝土，采用混凝土输送泵进行泵送灌注。泵送前应润滑管道，润滑采用按设计配合拌制的水泥砂浆，输送管道宜顺直，转弯宜缓，接头应紧固。

混凝土灌筑时应两侧对称连续灌筑，两侧混凝土面高差不大于 0.5m。混凝土捣固采用人工配合附着式振动器振捣，振捣要均匀、到位，确保混凝土密实。拱部混凝土灌筑作业最后的灌筑窗口必须在模板顶部，确保隧洞拱顶不留空隙。

土方回填时沟槽两侧及顶板以上 1m 采用人工施工回填，密实度达到设计规范要求；采用素土夯填至室外地坪下 100mm，压实系数不小于 0.90。回填土不得采用含有机杂质的土。回填土时先做回填土干容重和密实度试验。回填土在基础结构施工完毕并办完各工种的隐检手续后进行。严格控制含水率，现场检查方法：手握成团，落地开花。在回填时，必须分层夯实，每层虚铺厚度不超过 25cm，每层压实四遍，每层夯实后做密实度试验，合格后再进行下一层施工。回填土夯实采用蛙式打夯机，局部拐角等狭窄部位辅以气夯或者人工夯实，夯击密实度不小于设计要求。

表 2.2-3 明挖隧道施工断面规格 单位：m

位置	桩号	底口宽	上口宽	最大挖深
L1 线明挖电力隧道	0~24.2	4.8	13.8	6
	24.2~217.6	4.8	12.3	5
	217.6~259.6	4.8	13.8	6
	259.6~336.4	4.8	36.8	14
	336.4~744.9	4.8	12.3	5
	744.9~817.2	4.8	13.8	6
	817.2~1014.9	4.8	16.05	7.5
	1014.9~1381.6	4.8	13.8	6
	1381.6~1455.4	4.8	16.05	7.5
	1455.4~1490.4	4.8	16.05	7.5
L2 线明挖电力隧道	160.1~410.0	4.1	13.1	6
	410.0~479.9	4.1	15.35	7.5
	479.9~578.0	4.1	13.1	6
	578.0~686.1	4.1	11.6	5
	686.1~880.0	4.1	13.1	6

2.3 工程占地

清华大学昌平基地 110kV 输变电工程用地 13.64hm², 包括永久占地 0.83hm², 临时占地 12.81hm²。参照《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017), 工程总占地类型包括教育用地、公园与绿地、零售商业用地、其他林地、设施农用地、农村道路、城镇村道路和沟渠。工程占地面积统计见表 2.3-1, 占地类型及现状下垫面对照表见表 2.3-2。

表 2.3-1 工程占地面积汇总表（按占地类型）

单位：hm²

防治分区		占地类型								占地性质	
		公共管理与公共服务用地		商服用地	林地	其他土地	交通运输用地		水域及水利设施用地		合计
		教育用地	公园与绿地	零售商业用地	其他林地	设施农用地	农村道路	城镇村道路	沟渠		
变电站工程区		0.83								0.83	永久
外电源工程区	L1				5.06	0.20	2.05	0.01	0.06	7.38	临时
	L2	2.16	1.60	0.75						4.51	临时
	小计	2.16	1.60	0.75	5.06	0.20	2.05	0.01	0.06	11.89	
生产生活区		0.92								0.92	临时
合计		3.91	1.60	0.75	5.06	0.20	2.05	0.01	0.06	13.64	

表 2.3-2 占地类型及现状下垫面对照表

单位: hm²

防治分区		占地类型								合计
		公共管理与公共服务用地		商服用地	林地	其他土地	交通运输用地		水域及水利设施用地	
		教育用地	公园与绿地	零售商业用地	其他林地	设施农用地	农村道路	城镇村道路	沟渠	
变电站工程区	裸土地	0.83								0.83
外电源工程区	L1线	建筑物				0.20				0.20
		硬化地面						0.01		0.01
		裸土地			0.40		2.05		0.06	2.51
		植被			4.66					4.66
	小计				5.06	0.20	2.05	0.01	0.06	7.38
	L2	硬化地面	1.30	0.75						2.05
		裸土地	0.86							0.86
		植被		1.60						1.60
		小计	2.16	1.60	0.75					4.51
	小计		2.16	1.60	0.75					4.51
生产生活区	裸土地	0.72								0.72
	植被	0.20								0.20
	小计	0.92								0.92
合计		3.91	1.60	0.75	5.06	0.20	2.05	0.01	0.06	13.64

2.4 土石方平衡

本工程土石方平衡的原则：（1）施工过程中土石方原则上考虑挖方、填方、调出调入利用及综合利用实现最终平衡。（2）变电站基槽余方考虑综合利用。

（3）外电源工程挖方首先考虑进行回填，其次考虑用于变电站范围内回填、整平处理，最终无法回填的土方综合利用。（4）生产生活区基于现状地坪搭建集装箱房，地面采用混凝土预制块铺垫。

工程挖填土石方总量为 27.18 万 m^3 ，其中挖方总量 15.23 万 m^3 （表土 0.85 万 m^3 ，槽土 14.38 万 m^3 ），填方总量 11.95 万 m^3 （表土 0.85 万 m^3 ，槽土 11.10 万 m^3 ），无借方，余方 3.28 万 m^3 （均为工程槽土），其中变电站工程余方 0.13 万 m^3 运往北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目，其余变电站工程余方 0.74 万 m^3 、外电源工程 2.41 万 m^3 ，共 3.15 万 m^3 运往北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。

表 2.4-1 土石方挖填总量统计表 单位：万 m^3

分期	挖方			填方			合计	借方	余方
	槽土	表土	小计	槽土	表土	小计			
变电站工程区	0.87	0	0.87	0.29	0.04	0.33	1.20	0	0.87
外电源工程区	13.51	0.85	14.36	10.81	0.81	11.62	25.98	0	2.41
合计	14.38	0.85	15.23	11.10	0.85	11.95	27.18	0	3.28

2.4.1 表土平衡

结合地勘报告及表土调查结论，可剥离表土面积 6.46 hm^2 ，方案设计表土剥离范围 2.83 hm^2 ，表土覆盖保护范围 3.63 hm^2 。

施工前清理表层植物根系及碎石，对工程开挖扰动范围内的表土进行剥离，后，可剥离深度约 20cm~40cm，剥离范围 2.83 hm^2 ，剥离量 0.85 万 m^3 用于绿化覆土；根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）“临时占地范围内扰动深度小于 20cm 的表土可不剥离，宜采取铺垫等保护措施”，本项目对临时施工道路及施工作业占压范围 3.63 hm^2 内的表土采用钢板及混凝土预制块覆盖，保护表土约 1.09 万 m^3 。

表 2.4-2 表土平衡表（自然方） 单位：万 m³

分区		挖方	填方	调入	调出	外借	余方
变电站工程区			0.04	0.04			
外电源工程区	L1	0.62	0.62				
	L2	0.23	0.19		0.04		
	小计	0.85	0.81				
合计		0.85	0.85	0.04	0.04		

2.4.2 其他土方平衡

主体设计在科研基地内布置 1 处临时占地，用于存放变电站挖方，拟用于后期变电站工程区回填。方案编制单位从水土保持优化占地减少扰动面积的角度与主体设计进行沟通，通过优化施工时序，可将 L2 线余方用于变电站工程区回填，取消主体工程设计的变电站临时堆土区。

（1）挖方

变电站工程：站区现状标高为 153.78~157.02m，室外设计高程为 154.00~157.00m，挖方主要包括配电装置楼、综合服务楼基础，电缆进段、管沟及集雨池等，共 0.87 万 m³。配电装置楼，基础开挖面积 0.17hm²，设计开挖深度 4.70m，室外场地南北高差 1.40m，实际平均挖深 2.35m，挖方量 0.40 万 m³；综合服务楼基础开挖面积 0.13hm²，基础深度为 1.60m，实际挖深为 1.36m，挖方量 0.17 万 m³；电缆进段开挖面积 0.03hm²，设计挖深 6.0m，实际挖深为 4.95m，挖方量 0.16 万 m³；管线工程约 389m，管沟深度 2.0m，上口宽约 2.0m，挖方量 0.11 万 m³；集雨池 1 座，设计标准为 8.6m×5.6m×4.75m，挖方量 0.03 万 m³。

外电源工程：L1 线和 L2 线分别封闭，滚动推进施工，挖方主要包括暗挖隧道、暗挖竖井及明挖隧道等，挖方量 13.51 万 m³，其中 L1 线挖方 9.59 万 m³，L2 线挖方 3.92 万 m³。L1 线设计 2.6m×2.9m 单孔暗挖隧道 54.2m，净宽 2.6m，净高 2.9m，结构厚度 0.55m，挖方量 0.08 万 m³；φ8.5m 四通竖井 1 座（外径 9940mm，施工深度 13.08m），挖方量 0.10 万 m³；L1 线设计 2.6m×2.4m 单孔明挖隧道 1490.4m，底口 4.8m，上口 12.3~36.8m，挖深 5~14m，边坡 1: 0.75，挖方量 9.41 万 m³。L2 线设计 2.0m×2.3m 单孔暗挖隧道 293.9m，净宽 2.0m，净高 2.3m，结构厚度 0.50m，挖方量 0.30 万 m³；φ4.0m 直线井 1 座（外径 6340mm，施工深度

9.99m)、 $\phi 5.2\text{m}$ 三通井2座(外径6340mm,施工深度9.88m)、 $\phi 5.2\text{m}$ 二层埋管井1座(外径6340mm,施工深度9.88m),挖方量0.13万 m^3 ;L2线设计2.0m \times 2.1m单孔明挖隧道719.9m,底口4.1m,上口11.6~15.35m,挖深5~7.5m,边坡1:0.75,挖方量3.49万 m^3 。

(2) 填方

变电站工程:填方主要包括建筑肥槽回填0.04万 m^3 、电缆进段结构回填0.06万 m^3 、集雨池回填0.01万 m^3 ,项目区整体回填0.18万 m^3 ,合计量0.29万 m^3 ,由L2线临时堆土区调运。

外电源工程:L1线明挖隧道回填7.84万 m^3 ;L2线明挖隧道回填2.97万 m^3 ,共计10.81万 m^3 。

(3) 余方

变电站工程余方量0.87万 m^3 ,后期回填槽土0.29万 m^3 及表土0.04万 m^3 由临近的外电源工程L2线调运;外电源工程余方2.41万 m^3 均为工程槽土,其中L1线余方1.75万 m^3 ,L2线余方0.66万 m^3 。

工程余方共3.28万 m^3 ,将根据签订的《北京市建筑垃圾收集运输、处置服务合同》将变电站余方中0.13万 m^3 运往北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、其余变电站余方0.74万 m^3 运往北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程,外电源工程余方2.41万 m^3 运往北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。

电力隧道土方计算表见表2.4-3,其他土石方平衡汇总见表2.4-4,土石方流向框图见图2.4-1。

表 2.4-3 电力隧道土方计算表

桩号			底口(m)	上口(m)	最大挖深(m)	长度(m)	挖方量(m ³)		填方量(m ³)	
							槽土	表土	槽土	表土
L1 线电力隧道	明挖	0~24.2	4.8	13.8	6	24.2	1221.13	129.23	967.03	129.23
		24.2~217.6	4.8	12.3	5	193.4	7322.12	945.73	5291.42	945.73
		217.6~259.6	4.8	13.8	6	42	2119.32	224.28	1678.32	224.28
		259.6~336.4	4.8	36.8	14	76.8	21424.13	940.03	20617.73	940.03
		336.4~744.9	4.8	12.3	5	408.5	15465.81	1997.57	11176.56	1997.57
		744.9~817.2	4.8	13.8	6	72.3	3648.26	386.08	2889.11	386.08
		817.2~1014.9	4.8	16.05	7.5	197.9	14282.94	1190.37	12204.99	1190.37
		1014.9~1381.6	4.8	13.8	6	366.7	20092.87	368.99	16242.52	368.99
		1381.6~1455.4	4.8	16.05	7.5	73.8	5770.24		4995.34	
		1455.4~1490.4	4.8	16.05	7.5	35.0	2720.93		2355.53	
		小计				1490.4	94067.75	6182.28	78418.55	6182.28
	暗挖	1490.4~1544.6				54.2	1816.64			
合计						1544.6	95884.39	6182.28	78418.55	6182.28

桩号			底口(m)	上口(m)	最大挖深(m)	长度(m)	挖方量(m³)		填方量(m³)	
							槽土	表土	槽土	表土
L2 线 电 力 隧 道	明 挖	160.1~411.0	4.1	13.1	6	250.9	11659.32	1287.12	9889.88	1069.83
		411.0~479.9	4.1	15.35	7.5	68.9	4625.42	399.97	4147.38	332.44
		479.9~578.0	4.1	13.1	6	98.1	4558.71	503.25	3866.87	418.29
		578.0~686.1	4.1	11.6	5	108.1	4123.12	119.81	3287.37	99.58
		686.1~880.0	4.1	13.1	6	193.9	10005.24		8469.86	
		小计				719.9	34971.81	2310.15	29661.36	1920.14
	暗 挖	0~160.1				160.1	2585.87			
		880.0~1013.8				133.8	1694.66			
		小计					4280.53			
	合计						39252.34	2310.15	29661.36	1920.14
总计							135136.73	8492.43	108079.91	8102.42

表 2.4-4 其他土石方平衡汇总表（自然方）

单位：万 m³

分区		挖方	填方	调入		调出		借方		余方	
		槽土	槽土	槽土	来源	槽土	去向	槽土	来源	槽土	去向
变电站工程区		0.87	0.29	0.29	L2					0.87	0.13① 0.74②
外电源工程区	L1	9.59	7.84							1.75	1.75②
	L2	3.92	2.97			0.29	变电站			0.66	0.66②
	小计	13.51	10.81							2.41	
合计		14.38	11.10	0.29		0.29				3.28	
说明		①北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目； ②北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程。									

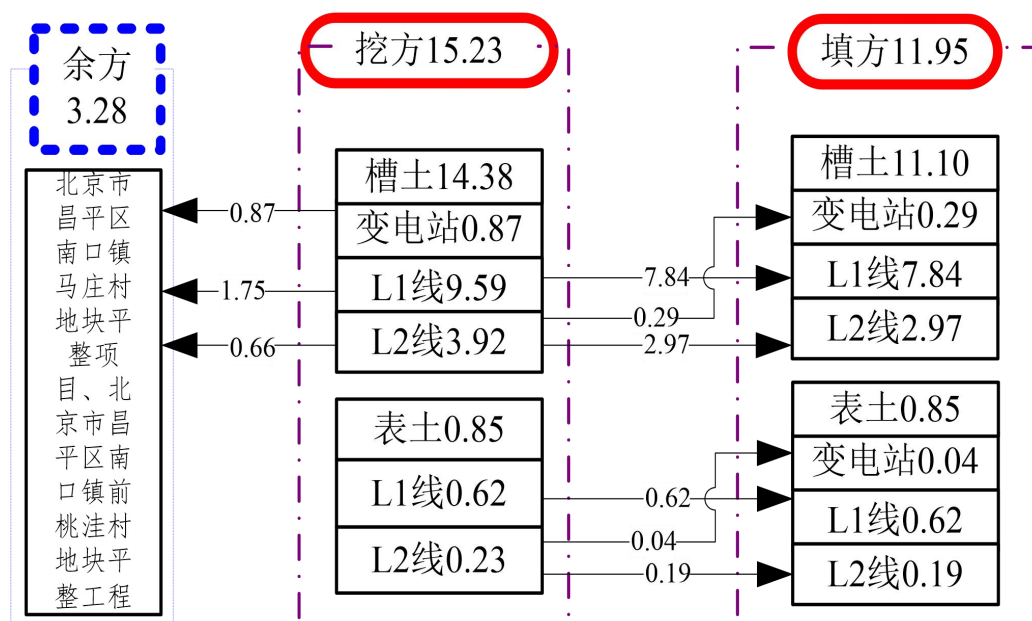


图 2.4-1

土石方流向框图

单位：万 m³

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

2.5.1 拆迁及安置

外电源工程涉及村集体土地上非住宅房屋（包括建筑物、构筑物及其他附属物和附属设备）及地上附着物、坟墓（63 座）、林地（5.057hm²）等。林地内需要采伐栎树、刺槐、杨树、阔叶混交林等 1292 株，更新树种为樱桃、核桃、银杏、苹果等 1292 株，移植紫叶李、栎树、洋槐、臭椿、核桃、银杏等 1262 株。

根据建设单位签订的《占地补偿工作协议》由北京市昌平区南口镇人民政府负责做好辛力庄村、陈庄村、太平庄村的地上物清理及腾退补偿工作，搭建围挡，建设单位给予经济补偿。











2.5.2 专项设施改（迁）移建

本项目不涉及专项设施改移建。

2.6 施工进度

清华大学昌平基地 110kV 输变电工程建设期预计为 1.25 年，计划 2025 年 4 月开工，2026 年 6 月完工，建设总工期约为 15 个月。工程施工进度计划如表 2.6-1。

表 2.6-1 施工进度计划

年份 季度	2025 年			2026 年	
项目	II	III	IV	I	II
施工准备					
土地平整					
主体结构	  				
装饰装修					
设备安装/电缆铺设			  		
绿化工程					

根据《清华大学昌平基地 110kV 输变电工程岩土工程勘察报告（详勘阶段）》本场区不存在滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降、活动断裂、地震液化等不良地质作用。根据现场勘探、原位测试及室内土工试验成果，按沉积年代、成因类型将本工程勘察最大勘探深度（20.00m）范围内的地层，划分为人工堆积层及第四纪冲洪积层两大类。本次岩土工程勘探期间（2021 年 12 月中旬），采用 DPP100 型车载旋转钻机钻进后采用 SH-30 型孔内锤击钻机进行洗孔量测（最深 18.00m），未量测到地下水。

2.7.3 气象

北京市属于暖温带半湿润大陆性季风气候区。夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥，多风少雪，春季少雨多风沙，秋季天高气爽。根据《北京市统计年鉴（2023 年）》北京市气象站 1978-2022 年的气象统计，北京市多年平均气温 13.0℃，极端最高气温 41.9℃，极端最低气温-15.5℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4188.3℃。多年平均水面蒸发量 1235.5mm，多年平均降水量 667.9mm，集中于夏季的 7~9 月，占全年降水的 76%，无霜期 200d，平均风速 2.3m/s，最大风速 22.1m/s，常年主导风向为西北风，夏季以东北风、西南风为主，冬季以北风、西北风为主，大风日数平均 11.8 天，最大冻土深度 80.0cm。项目区气象要素特征值见表 2.7-1。

表 2.7-1 项目区气象要素特征值表

序号	指标	单位	多年平均值	备注
1	多年平均气温	℃	13.0	1978-2022 年
2	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温	℃	4188.3	1978-2022 年
3	年平均蒸发量	mm	1235.5	1978-2022 年
4	多年平均降雨量	mm	667.9	1978-2022 年
5	无霜期	d	200	
6	多年平均风速	m/s	2.3	1978-2022 年
7	大风日数	d	11.8	1978-2022 年
8	最大风速	m/s	22.1	

2.7.4 水文

昌平区境内 81 条小流域分属于北运河、永定河及潮白河三大流域。南口镇境内主

要河道为北沙河支流，属海河流域。项目区水系见附图 2。

项目区重要河流水文状况如下：

（1）北沙河

北沙河源于昌平西北部山区，上游有虎峪沟、关沟、狻猊峪沟、兴隆口沟、白羊城沟、柏峪口沟、高崖口沟六条大沟，于双塔村西汇合后称北沙河。东流至踩河村又纳入虎峪沟，河流走向为自西北向东南，穿京包铁路桥，于十三陵水库下游入东沙河，属于温榆河流域。全部流域面积为 546km^2 ，其主河道全长 60km ，总流域面积为 623km^2 。干流长约 20km ，纵坡千分之一，河宽 $60\sim 100\text{m}$ 。

（2）温榆河

温榆河位于北京市东北部，发源于北京市昌平区军都山麓。温榆河上游由东沙河、北沙河、南沙河 3 条支流汇合而成。其间又有蔺沟河、清河、龙道河、坝河、小中河汇入。全长 47.5km ，流域面积 2478km^2 。温榆河，蔺沟河口以上防洪标准按 50 年一遇设计，洪峰流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ ；蔺沟河口以下按 20 年一遇设计，50 年一遇校核，洪峰流量 $1562\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.7.5 土壤

项目区土壤类型为褐土。根据《清华大学昌平基地 110kV 输变电工程岩土工程勘察报告（详勘阶段）》拟建场地土层划分为人工堆积层及第四纪冲洪积层两大类，人工堆积层主要分布于浅层地表，岩性主要为粉质黏土素填土、黏质粉土素填土①层及碎石素填土、房渣土①1 层。第四纪冲洪积层主要分布于表层人工堆积层以下，岩性主要为碎石②层及粉质黏土、黏质粉土②1 层；碎石③层及黏质粉土、粉质黏土③1 层；碎石④层及黏质粉土、粉质黏土④1 层；碎石⑤层及粉质黏土⑤1 层。

根据《北京市水土保持公报》拟建场地水土流失强度为微度侵蚀，土壤侵蚀模数小于 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

根据遥感影像资料及现场调查，项目区有其他林地 5.06hm^2 、公园与绿地 1.60hm^2 。方案编制单位入场后，主要对 L1 线其他林地、L2 线公园与绿地内的表土分布情况进行调查。调查结论：L1 线其他林地内交错分布林间道路约 0.40hm^2 ，林木密度 $5\sim 80$ 棵/ 100m^2 ，表层 $30\text{cm}\sim 50\text{cm}$ 内土壤颜色较深、质地松软，所含植物根系较多，其下土壤颜色较浅、质地硬实、所含石块较多；L2 线公园与绿地 1.62hm^2 表层 $30\text{cm}\sim 40\text{cm}$ 内土壤质地松软，所含植物根系较多，零星夹杂碎石。项目区可剥离表土面积 6.46hm^2 ，

剥离保护表土范围 2.83hm²、覆盖保护表土范围 3.63hm²。

施工前对本项目 L1 线明挖段开槽范围内约 2.06hm²的其他林地进行表土剥离，清理表层植物根系后剥离深度 20cm~40cm；L2 线明挖段开槽范围内约 0.77hm²的公园与绿地进行表土剥离，清理表层植物根系及碎石后剥离深度 20cm~30cm；临时施工道路及施工作业占压范围 3.63hm²，扰动深度小于 20cm，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）“临时占地范围内扰动深度小于 20cm 的表土可不剥离，宜采取铺垫等保护措施”，本项目采用钢板及混凝土预制块覆盖保护表土。剥离表土量 0.85 万 m³，全部用于本项目绿化覆土；覆盖保护表土面积 3.63hm²，保护表土量约 1.09 万 m³。

2.7.6 植被

项目区植被类型为暖温带落叶阔叶林。昌平区全区森林面积达到 98 万亩，森林覆盖率达到 48.63%，城市绿化覆盖率达到 49.24%。项目区现状有其他林地 5.06hm²（5~80 棵/100m²），施工前需办理《林木采伐许可证》。

2.7.7 其他

项目区水土流失类型主要以水力侵蚀为主。根据《北京市水土保持公报》（2023 年）、《北京市水土保持规划》及土壤侵蚀分类分级标准，项目区属微度侵蚀区，土壤侵蚀模数背景值为 190t/(km²·a)，容许土壤流失量为 200t/(km²·a)。项目不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区，但属于北京市水土流失重点治理区，未涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、以及重要湿地等敏感区。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）和规范性文件关于主体工程选址（线）水土保持限制和约束性规定，逐条进行分析。本工程水土保持制约性因素的分析与评价主要分为以下几个方面。

（1）本项目涉及北京市水土流失重点治理区，存在一定的水土保持制约性因素。但由于工程选址无法避让，应提高防治标准和工程防护等级。本项目水土流失防治执行一级标准，其中土壤流失控制比提高至 1.01、渣土防护率提高至 98%，变电站工程区植物措施采用园林绿化标准，外电源工程植物措施满足生态恢复标准。主体工程优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏范围，通过土方调运减少临时堆土量，缩短临时堆土时间，余方运至其他项目进行综合利用，符合水土保持要求。

（2）根据全国水土保持空间数据发布系统和北京市昌平区水土保持规划资料数据，项目区土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，未处于水土流失严重、生态脆弱地区。

（3）本项目避开了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起水土流失和生态恶化的地区。

（4）本项目避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

（5）本项目未处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及对水功能二级区的饮用水源区。

以上分析表明，本项目未处于水土流失严重、生态脆弱地区，避开了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起水土流失和生态恶化的地区，避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站，未处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及对水功能二级区的饮用水源区。本项目选址涉及北京市水土流失重点治理区，存在制约因素，通过“提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，能有效控制可能造成的水土流失”，能够达到水土保持要求，因此工程选址（线）可行。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

根据主体工程特点，本工程建设方案以尽量减少扰动面积、尽量减少土石方量、尽量减少穿越农地、林地为原则。通过不断优化设计，主体设计隧道主要延规划道路布置，采用明挖与暗挖相结合的施工方式，分段推进施工，隧道设计挖深为 5.0m~14.0m，开挖基面宽 11.6m~36.8m，严格控制作业带宽度 31.0m~50.0m，尽可能减少地表扰动范围、土方开挖量和破坏植被面积。施工道路在充分利用已有市政道路和科研基地道路基础上，尽量选择已有林间小路、园路进行铺垫，以减少新增水土流失。

(1) 变电站工程建设方案

变电站工程位于科研基地内，建设方案选址具有唯一性，无法避让北京市水土流失重点治理区。施工场地充分利用站区内绿化区域灵活布置，施工机械设备通过周边道路直接运至项目区内，项目施工阶段场地四周设置实体围墙，配置洒水降尘车，车辆出入口设置洗车池和沉沙池，运土车按市政要求全封闭。通过优化施工工艺、加强施工管理等先进方式，减少了施工期间的水土流失。完工后及时进行绿化施工，植物措施采用园林绿化工程标准，配套建设雨水排除、沉沙、收集利用等设施。本项目水土流失防治执行一级标准，其中土壤流失控制比提高至 1.01、渣土防护率提高至 98%，防洪工程设计标准提高至 200 年一遇。

(2) 外电源工程建设方案

本工程建设 2 条电力隧道，其中 L1 线起自邓庄 220kV 变电站西侧，止于在建的南涧路电缆隧道，L2 线起于规划辛立庄中路与南涧路交叉路口，止于清华大学昌平基地 110kV 变电站。根据线路起止点位置，综合考虑道路规划、房屋分布、电力线路和交通等因素，确定路径方案。

电力隧道根据地上施工条件，采用明挖与暗挖相结合的方式，降低地表扰动面积和土石方量。施工入场道路利用已有道路，施工场地内沿基坑西侧设长 2264.5m、宽 6.0m 临时施工道路，供渣土车通行；基坑东侧设长 2146.0m、宽 5m 临时施工道路，供施工人员及车辆通行，临时道路采用钢板铺垫减轻对原地貌的破坏。

表 3.2-1 本工程建设方案主要内容表

规定	建设内容	本工程情况
涉及北京市水土流失重点治理区，应优化施工方案，减少工程占地和土石方量；宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。	变电站工程	变电站用地符合《电力工程项目建设用地指标（变电站和换流站）》（建标〔2010〕78号）的要求。场地竖向依现状地势设计，较少移动土石方量；配套建设雨水排除、沉沙、收集利用等措施。
	外电源工程	线路用明挖与暗挖相结合的方案，降低了基坑土石方量及施工扰动面积。

本项目水土流失防治执行一级标准，其中土壤流失控制比提高至 1.01、渣土防护率提高至 98%，外电源工程作业带、施工便道、堆土场、材料场地等临时占地区域植被恢复与建设工程级别为 3 级，变电站工程配套建设雨水排除收集利用等设施。本项目在建设方案和布局上符合水土保持要求，能将因工程建设造成的水土流失降至最低程度。

3.2.2 工程占地评价

本项目占地面积 13.64hm²，其中扰动面积 12.52hm²，另有 0.75hm² 现状为硬化地面（零售商业用地）、0.37hm² 现状为科研基地内部硬化道路（教育用地），外电源工程 L2 线在上述位置为暗挖隧道，施工不挖开地面，通过地下挖洞的方式进行施工，地上布置施工及材料加工区等，不破拆原有硬化地面，不造成扰动。

变电站工程位于北京市昌平区清华大学昌平科研基地，永久占地 0.83hm²，类型为教育用地，用地面积与《建设工程规划许可证》一致，符合《电力工程项目建设用地指标》（建标〔2010〕78号）用地指标的要求；外电源工程起于邓庄 220kV 变电站西侧，接拟建中国计量科学研究院 110kV 送电隧道，终点为清华大学昌平基地 110kV 变电站，路径总长度约 2558.4m，与《建设工程规划许可证》一致，其中 L1 线长度 1544.6m，L2 线 1013.8m。L1 线暗挖隧道 54.2m 位于南润路下方，施工占地止于明开暗挖分界线（L1K1+490.4），未占用 L1K1+490.4~L1K1+544.6（54.2m），不纳入防治责任范围。实际施工占地长度 2504.2m。

变电站工程可由科研基地内部道路抵达项目区，无需新建施工便道，施工场地布置在永久占地内。因科研基地特殊管理要求，生产生活区无法设置在永久用地红线内，

因此利用站区北侧空地设置 1 处生产生活区，临时占地面积 0.09hm^2 ，放置集装箱房用于现场办公；在昌平科研基地西北门设置 1 处生产生活区，临时占地面积 0.83hm^2 ，放置集装箱房用于工人生活。生产生活区临时占地总面积 0.92hm^2 ，地面采用混凝土预制块铺垫。

外电源工程设计长度 2558.4m ，施工占地长度 2504.2m 。施工期间沿开挖隧道两侧设置施工场地，由西向东依次为土方倒运区（宽 9.0m ）、渣土车道路（双向宽 6.0m ）、施工安全区（宽 2.0m ）、明挖隧道（上口宽 $11.6\text{m}\sim 16.05\text{m}$ ， $\text{L1K0}+253.9\sim\text{L1K0}+363.7$ 上口宽 36.8m ）、施工安全区（宽 2.0m ）、人行及运输车道路（双向宽 5.0m ）、堆土区/材料区（宽 $9.0\text{m}/10.0\text{m}$ ）等，外电源工程施工沿线占地宽 $31.0\text{m}\sim 50.0\text{m}$ ，临时占地面积 11.89hm^2 。根据《占地补偿协议》，北京市昌平区南口镇人民政府按照作业面宽度 50.0m 清理地上物，并搭建围挡后清华大学入场施工。施工期间严格控制施工范围，平均施工扰动宽度 37.0m 。施工占地面积 11.89hm^2 ，其中施工挖方、临时堆土、施工占压等扰动面积 9.36hm^2 ，其余 2.53hm^2 采用预制混凝土块铺垫进行保护。

本项目施工临设尽可能集中布置、集中防护，减少临时占地，同时加强施工组织及管理，严格控制施工占地及扰动范围。采用土方分段施工倒运的方式减少临时堆土量、缩短临时堆土时间，以 L1 段 $\text{L1K0}+000.0\sim\text{L1K0}+020.0$ 为例， 20m 长度范围内，挖方量 0.11 万 m^3 ，倒运土临时堆放高度 2.0m ，最不利条件下所需土方倒运场面积 0.05hm^2 （长 50.0m 、宽 9.0m ），倒运存放时间不足 1 天，尽快运至回填段进行回填，对环境的影响较小。因此，从水土保持角度分析，本项目占地是合理的。

3.2.3 土石方平衡评价

（1）土石方平衡及调配

依据主体设计资料，经复核分析，主体设计通过优化施工方法，采用明挖与暗挖相结合的施工方式减少土方开挖量 0.88 万 m^3 ，考虑了土方调配衔接，但未明确具体倒运方式。本方案编制过程中与主设人员多次沟通对接，随着设计工作的不断推进，对各工程分区的土石方挖填量进一步分析和计算，同时充分考虑了项目区间的土石方调配，最大程度地减少外借和外弃土石方量。

经核定后，本工程土石方挖填数量符合最优化原则，按照工程平面布置及竖向设计分析计算，挖方量和填方量均合理。主体工程土石方挖填总量为 27.18 万 m^3 （自然方），其中挖方为 15.23 万 m^3 （自然方），填方为 11.95 万 m^3 ，无借方，余方 3.28 万

m³，均为工程槽土，其中变电站工程余方 0.13 万 m³ 运往北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目，其余变电站工程余方 0.74 万 m³、外电源工程 2.41 万 m³，共 3.15 万 m³ 运往北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。

总体上，本项目采用明挖、暗挖相结合的施工方式，尽可能减少挖方量。通过优化施工时序设计，可取消主体设计的变电站临时堆土区，将外电源工程余方用于变电站工程区回填，减少外电源工程余方量。因此将变电站工程区挖方全部外运至北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用；回填土采用 L2 线挖方，通过合理安排施工时序完善分区间的土方调运方案，减少工程外弃土方量。土方开挖过程中，一次性开挖到位，不重复开挖，电力隧道滚动式推进施工，采用“三还一、四还二”的土方调运方式，尽量采取多标段施工。外电源工程 L1 线明挖隧道双向同步施工，由 L1K1+000.0 向西、L1K1+490.4 向南，分段开挖，采用挖掘机人工配合协同开挖，整体依照 20m 为单位长度划分施工段，滚动推进施工，每段施工周期约 21 天，在坑深 4.0m~5.0m 处设置一台挖掘机负责将上部土体运至土方倒运区，基坑下部设置一台挖掘机将基坑下部土方倒运到上部挖掘机臂伸展范围之内，错台阶，协同开挖。通过合理安排工序以缩短工期，减少临时堆土量和时间，外电源工程挖方用于自身及变电站回填，多余土方外运至北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。土石方工程量较大的挖填环节避开雨季施工，减少扰动地表裸露时间，工程土石方调配考虑合理，挖填衔接得当，不存在重复开挖、多次倒运的情况。

本方案在主体设计的基础上，对各分区的临时堆土进行了分析，外电源工程区共布设 4 处临时堆土区，分别用于堆放 L1 线、L2 线表土及槽土，并有针对性的布设了临时拦挡、临时排水、苫盖等水土流失防治措施。对各分区表土也单独明确了保护方式，施工结束后及时回覆表土，进行土地整治，恢复原土地利用类型。本项目在满足主体工程总体布局的前提下，合理、有序地利用和调配土石方资源，符合水土保持要求。

（2）土石方减量化、资源化

减量化分析：可研阶段及初设开展初期，主体设计考虑变电站土方运至红线外，设置临时堆土场进行堆存，外电源工程完成地上物清理后全线同步施工。本方案根据水土保持相关要求，结合用地及表土资源调查情况，在初设审查阶段提出了水土保持

咨询意见，建议主设单位对项目区土石方平衡及调配做深入分析，结合地勘报告进行统筹考虑。经主设单位跨专业配合和测算后，考虑到站区部分回填所需土方量较小，主体设计接纳了本方案提出的由线路工程调运土方用于变电站回填的可行性；外电源工程分段施工，避免一次性开挖导致挖方量大、临时堆土量大、扰动范围大等不利于水土保持的情况，采用长度方向分段施工的方式滚动推进，可将挖方段土方直接用于前方施工段回填，实现了土方工程的即挖、即运、即填，同时可通过分段施工更好的衔接变电站工程施工时序，在减少变电站借方的同时也减少了隧道开挖的余方量。

资源化分析：本方案与建设单位、属地政府部门进行对接和咨询，深入周边村镇进行调查，对工程开挖剩余土石方采取合法合规的综合利用方式进行处置，以减少永久弃渣量和弃渣场的使用。建设单位委托中铁建设集团有限公司为本项目变电站工程施工单位、委托北京电力工程有限公司为外电源工程施工单位，承担主体工程及室外工程（含土方工程）施工。中铁建设集团有限公司分别与北京国瑞市政工程有限公司、北京市昌平区南口镇马庄村村民委员会，远大宏博（北京）建设工程有限公司、北京市昌平区南口镇前桃洼村村民委员会签订了《北京市建筑垃圾收集运输、处置服务合同》，并办理《北京市建筑垃圾利用方案备案表》。变电站工程余方共 0.87 万 m^3 ，其中 0.13 万 m^3 （约 2000t）由北京国瑞市政工程有限公司负责运至北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目进行综合利用，其余 0.74 万 m^3 （约 11000t）由远大宏博（北京）建设工程有限公司负责运至北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。外电源工程施工单位北京电力工程有限公司委托北京对外建设工程集团有限公司为土方专业分包单位，北京对外建设工程集团有限公司与远大宏博（北京）建设工程有限公司、北京市昌平区南口镇前桃洼村村民委员会签订了《北京市建筑垃圾收集运输、处置服务合同》，并办理《北京市建筑垃圾利用方案备案表》，外电源工程余方 2.41 万 m^3 （约 37000t），由远大宏博（北京）建设工程有限公司负责运至北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。本项目实现了土方资源化利用。

北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目，与本项目运距约 5km。该项目已完成北京市建筑垃圾管理与服务平台备案，备案开始时间为 2024 年 10 月 19 日，结束时间为 2025 年 4 月 17 日。截至 2025 年 3 月，该项目尚有剩余容量 11477.04t（约 0.80 万 m^3 ），可以接收本项目变电站工程余方 0.13 万 m^3 。本项目土方外运时间为 2025 年 4 月初，本项目余方量和土方外运时间与北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目需土

量和备案起止时间匹配。因此，该项目可以选作本项目余方综合利用地点。

北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程，与本项目运距约 8km。该工程已完成北京市建筑垃圾管理与服务平台备案，备案开始时间为 2024 年 9 月 5 日，结束时间为 2026 年 3 月 2 日。截至 2025 年 3 月，该工程尚有剩余容量 290887t(约 19.46 万 m³)，可以接收本项目工程余方 3.15 万 m³。本项目土方外运时间为 2025 年 4 月至 2025 年 7 月，本项目余方量和土方外运时间与昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程需土量和备案起止时间匹配。因此，该工程可以选作本项目余方综合利用地点。

3.2.4 取土场设置评价

本项目未设置取土场。

3.2.5 弃土场设置评价

本项目未设置弃土场，不存在水土保持制约性因素。工程余方均为槽土，根据签订的《北京市建筑垃圾收集运输、处置服务合同》，余方将运至北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。土方调运过程中，采用封闭式运土车，应对土方运输车辆做好苫盖、保护等措施，及时办理渣土消纳备案。

3.2.6 施工方法与工艺评价

本项目施工过程中采用先进的施工方法与工艺，加强施工组织管理。施工过程中采用机械与人工相结合的施工方法进行基础开挖、场地平整，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流。外电源工程根据周边条件确定明挖与暗挖施工段，明挖隧道需先将地面挖开，在露天情况下修筑衬砌，然后再覆盖回填的地下工程施工方法,适用于场地开阔、建筑物稀少、交通及环境允许的区域；暗挖隧道是在不挖开地面的情况下，通过地下挖洞的方式进行施工,由于不挖开地面，对地面的影响较小，但造价较高且施工过程复杂。施工方法工艺分析评价结果见表 3.2-2。

表 3.2-2 施工方法工艺分析评价

施工区域		施工工艺	水土保持评价
变电站工程	施工场地及施工组织	施工场地利用站内空地灵活布置。施工组织中要求合理安排施工，防止重复开挖和多次倒运，减少了裸露时间和范围。	符合要求，需增加生产生活区及其防护措施。场内施工要注意降尘，及时进
	基础开挖	采用机械及人工结合开挖、人工清理的方式，待浇筑基础前再清余土，填方采取分层碾压回填。	

施工区域		施工工艺	水土保持评价
			行绿化恢复，减少地表裸露时间。
外电源工程	施工场地及施工组织	施工临建设施布置在占地范围内，不额外新增临时占地，减少扰动和植被破坏范围。施工组织中要求合理安排施工时序及做好工序衔接，防止重复开挖和多次倒运，减少了裸露时间和范围。	符合要求，需加强对施工人员的培训，并设限界措施，施工过程中禁止随意占压施工场地以外的区域。
	基础施工	暗挖隧道施工遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、早封闭、勤量测”的施工原则。做到注浆加固一段、开挖一段、封闭一段。明挖隧道挖运采用较为合理的并经过众多工程验证的“长度方向分段”的施工方法，在进行土方挖运施工时，在长度方向设置分段开挖，每次开挖深度不超过2米，可以充分发挥土方施工机械效率。基坑开挖主要有人工开挖、机械开挖。浇筑混凝土基础时在挖好的基坑放置钢筋笼、支好钢模板，进行混凝土浇筑。基础拆除模板，测试砼强度达到设计强度后进行土方回填。	符合要求，对不能及时回填的槽土应集中堆放，并采取苫盖措施。

从施工方法方面分析，变电站基础施工开挖及回填采用机械结合人工的方式，电力隧道明挖与暗挖相结合，采用机械挖掘、人工清理的方式施工。土方开挖及回填均是造成水土流失加剧的原因，大规模土方挖填注意避开雨季，基础施工、整地等扰动地表施工避免冒雨作业，可以减少水土流失的发生。施工设施利用市政现有供水、供电系统，道路等，不新建施工进场道路。变电站场地内施工道路采取永临结合，并采取排水、沉沙措施；外电源工程临时道路布置在开挖面的双侧，采用钢板铺设，保护原有地表从而减少水土流失。变电站工程生产生活区布置在临时占地内，临时施工及材料堆放场地布置在红线内绿化区，施工期间做好苫盖，地面采用混凝土预制块铺垫，完工后及时进行绿化施工；外电源工程施工及材料堆放场地、生产生活场地均布置在施工临时占地范围内，施工期间采用铺垫的方式控制水土流失，完工后及时进行整地恢复，符合水土保持的要求。

从施工工艺方面分析，土方工程的挖、装、运采用多种机械配合施工，回填工程采取机械化施工，横断面全宽、纵向分层全幅一次填筑，填料采用挖掘机配合自卸汽车、推土机和平地机进行摊铺、分层填筑，采用振动压路机进行碾压。基础开挖过程

注意雨季及冬季的施工管护措施。明挖隧道施工时自上而下分段进行开挖。采用挖沟机开沟，人工进行修坡、拍实、平整等，并采取临时防护措施；开挖沟槽的另一侧作为施工道路及人工作业区，设备安装完毕，进行土方回填。临时堆土做好防护，滚动推进施工，减少临时堆土量。场内施工要注意降尘，减少施工产生的扬尘，非建（构）筑物覆盖区域应及时进行绿化恢复，减少地表裸露时间。本项目施工期经历了雨季，降雨击溅和冲刷是造成水土流失的重要因素，在没有任何防护措施的前提下，雨季土建施工将会造成大量的水土流失。因此，本方案建议建设单位和施工单位合理安排施工工期，将场平、基础开挖等主要土建施工时段尽量避开雨季，若不能避开，也应避免在暴雨天气施工。此外，主体工程还应做好临时排水、沉沙、苫盖、拦挡等防护措施，降低降雨对裸露土壤冲刷，减少水土流失。

综上分析，本项目在建设过程中将会造成大面积的地表扰动，产生新增水土流失。但是本工程施工时序及施工工艺较为合理，有利于水土保持工作的顺利开展，在加强施工管理，采取相应水土保持措施的前提下，可以最大限度的控制水土流失。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

（1）变电站工程区

雨水排除：站区内雨水通过竖向设计控制，地表径流雨水经下凹式绿地内的雨水口汇入雨水管内，经集雨池收集后排入科研基地雨水系统。主体设计雨水干管管径 DN300，总长度约 320m。排水系统设计按照《变电站和换流站给水排水设计规程》（DL/T 5143-2018）、《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）中室外排水规定设计，设计重现期为 3 年。主体工程设计的雨水排水管可满足站内雨水排放需要，下凹式绿地可起到较好的净化、沉淀、入渗雨水的作用，集雨池可有效收集径流雨水，根据水土保持工程措施界定原则分析，雨水管、集雨池具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

透水砖铺装：为降低项目区内的排水压力，提高降水下渗，主体设计在机动车停车位布设透水砖铺装工程。主体设计透水总面积 0.05hm²。透水铺装工程避免了雨水对地面的直接冲刷，降低了项目区内的水蚀危害，同时可促进雨水下渗，减小地表径流，具有一定的水土保持功能。

绿化工程：绿化以满足规范、经济、使用为前提，尽量美化站内环境，主体设计在场内建筑及道路以外的可绿化区域铺设草皮，草种选择当地适生草种，绿化面积为

0.13hm²。绿化措施可满足环境美化需要，根据水土保持工程措施界定原则分析，该措施具有水土保持功能，属于水土保持工程，满足水土保持要求。

洒水降尘：施工期间对场地内施工道路及硬化地面采用 10t 洒水车进行洒水降尘 240 台时。

（2）外电源工程区

植被恢复：因为本工程的建设破坏了原有其他林地、公园与绿地（已调整为建设用地），主体设计目前仅匡算了林业植被恢复费，未进行绿化设计。本方案在后续章节将结合隧道施工平面布置，地下电缆线路地面标桩两侧各 0.75m 所形成的两平行线内的区域为电力电缆线路保护区，本方案在隧道中心线两侧各 2.5m 范围内采取撒草籽，其他区域恢复林地，恢复原土地利用类型。

钢板铺垫：因线路工程沿线部分区域原状土承载力较弱，为方便施工器械、材料及土方运输，主体考虑于临时道路部分区域铺设钢板，钢板厚度为 6mm。铺设钢板能有效减轻地表扰动，保护表土。施工道路、生活施工场地等共计铺设钢板 24068m²。

临时沉沙池：在施工区域入门车辆必经之处布置洗车池，配备有高压洗车水管。洗车池配建临时沉沙池，以便车辆外出时清洗，确保不带泥上路。洗车槽宽 3m，长 5m，槽宽 30cm，深 40cm。临时沉沙池净空面积 1.5m×7.1m，深 1.5m，240mm 厚砖砌，砂浆抹面。

（3）生产生活区

临时排水、沉沙：临时生活及办公区施工期间地面采用混凝土预制块铺垫，地上放置集装箱房，通过竖向控制将施工期间径流雨水汇集入临时排水沟排除，末端经沉沙池沉淀后接入园区雨水管。

（4）综合分析评价

主体工程从自身功能和安全角度考虑，布置了一系列具有水土保持功能的设施，在充分发挥主体工程自身作用的同时，有效地防治了水土流失。本方案将从全面防治水土流失的角度出发，对主体工程设计中具有水土保持功能的各项工程进行分析论证，对不能满足水土保持要求的，本方案将进行补充设计。为更好地防止施工中产生的水土流失，方案需完善补充施工期间各防治分区的临时挡护、苫盖、排水、土地整治、表土剥离及回覆、撒草籽恢复等措施。

表 3.2-3 主体工程水土保持措施分析与评价表

分区	主体已有措施	存在问题及不足	方案补充完善		
			工程措施	植物措施	临时措施
变电站工程区	洒水降尘、雨水管、透水砖铺装、集雨池、铺草坪	施工期间缺少裸露地表苫盖、临时排水、沉沙等措施，未考虑后期绿化覆土及整地措施。	土地整治、表土回覆	/	临时沉沙池、临时排水沟、防尘网覆盖、洒水降尘
外电源工程区	钢板铺垫、临时沉沙池	未考虑施工前表土剥离和防护，施工过程中临时堆土防护、临时排水措施不完善，临时占地未进行恢复。	表土剥离、表土回覆、土地整治	栽植乔木、撒草籽	防尘网覆盖、临时排水沟、临时沉沙池、袋装土拦挡及拆除
生产生活区	临时排水沟、临时沉沙池	未考虑施工后临时占地恢复。	土地整治	撒草籽	

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 水土保持措施界定的原则

主导功能原则：应将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施。

试验排除原则：难以区分以主体设计功能为主或以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行排除。假定没有这些工程，主体设计功能仍旧可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应作为水土保持工程。

3.3.2 措施界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的界定原则，将变电站工程区临时排水沟、临时沉沙池、绿化工程、雨水排除、透水砖铺装等措施；外电源工程区钢板铺垫、临时沉沙池；生产生活区临时排水沟、临时沉沙池等界定为水土保持措施，其投资纳入本方案投资估算中。主体设计中界定为水土保持工程的措施工程量及投资见表 3.3-1。

表 3.3-1 主体设计中界定为水土保持工程的措施数量及投资

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	投资（元）
一	变电站工程区			
(一)	工程措施			
1	透水砖铺装	hm ²	0.05	278275.00
2	雨水管	m	320	89600.00
3	150m ³ 集雨池	座	1	221794.77
(二)	植物措施			
1	铺草坪	hm ²	0.13	45500.00
(三)	临时措施			
1	洒水降尘	台时	240	26748.00
二	外电源工程区			
(一)	植物措施			
1	植被恢复	hm ²	4.66	5003651.87
(二)	临时措施			
1	临时沉沙池	座	2	26000.00
2	钢板铺垫	m ²	24068	1009893.28
三	生产生活区			
(一)	临时措施			
1	临时排水沟	m	220	17600.00
2	临时沉沙池	座	1	13000.00
合计				6732062.92

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

根据遥感调查和《北京市水土保持规划》资料，结合实地调查情况，项目区原土地利用类型为教育用地、公园与绿地、零售商业用地、其他林地、设施农用地、农村道路、城镇村道路及沟渠。

根据《全国水土保持区划（试行）》（办水保〔2012〕512号），项目区属于北方土石山区（一级区）的华北平原区（二级区），结合《北京市水土保持公报 2023》、《昌平区水土保持公报 2023》，土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，土壤侵蚀模数背景值为 $190\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，容许土壤流失量为 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

4.2 水土流失影响因素分析

在工程建设过程中，由于建筑物基础施工、管沟敷设等土方作业施工活动，会损坏和占压植被，造成水土保持设施的破坏，使原地貌、植被抗侵蚀力降低或消失，土壤侵蚀量剧增。影响项目区水土流失的主要因素有：

侵蚀营力：项目区土壤侵蚀主要外营力为水力。

抗侵蚀力：抗侵蚀力主要包括地形地貌，地面物质组成及结构，植被类型、结构和覆盖度，在无人为干扰情况下，其抗侵蚀力基本保持不变。在项目建设过程中，由于地表物质、地形地貌、地表植被等遭受人为破坏和干扰，与原地貌及其组成物质相比，土壤结构松散，地表植被大面积减少或完全消失，抗侵蚀力减弱，加剧了土壤侵蚀。

本工程扰动原地貌、损坏地表面积，即工程扰动地表面积 12.52hm^2 ，损坏水土保持设施面积 6.72hm^2 。工程建设余方量 3.28 万 m^3 ，均为工程槽土，将其中 0.13 万 m^3 运往北京市昌平区南口镇马庄村地块平整项目、3.15 万 m^3 运往北京市昌平区南口镇前桃洼村地块平整工程进行综合利用。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

本项目水土流失预测单元为 3 个防治分区：变电站工程区、外电源工程区 and 生产生活区。

表 4.3-1 预测单元面积一览表 单位: hm^2

序号	预测单元	面积	
		施工期	自然恢复期
1	变电站工程区	0.83	0.13
2	外电源工程区	11.89	6.94
3	生产生活区	0.92	0.92
合计		13.64	7.99

4.3.2 预测时段

本项目水土流失预测时段分为施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段。在施工期地表扰动强度大，破坏了原有地表结构，使原生地面土壤侵蚀力急剧下降，一遇暴雨，将造成严重的水土流失。进入自然恢复期后，随着自然植被的逐渐恢复，水土流失将有所降低，项目区所在地为暖温带，植被恢复相对较容易，自然恢复期水土流失预测时段确定为 3.0 年。

表 4.3-2 水土流失预测单元、时段（产生扰动时段）表

预测单元	施工期 (产生扰动时段)	自然恢复期	预测时段 (a)	
			施工期	自然恢复期
变电站工程区	2025.4-2026.6	2026.7-2029.6	1.25	3.0
外电源工程区	2025.4-2026.6	2026.7-2029.6	1.25	3.0
生产生活区	2026.5-2026.6	2026.7-2029.6	0.25	3.0

4.3.3 土壤侵蚀模数

(1) 原地貌土壤侵蚀模数

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属于北方土石山区，容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。项目区地势平缓，降雨主要集中于夏季，雨季可能会造成一定程度的水土流失。项目区冬春季节有大风出现，但由于历时短，范围小，因而总的风蚀量不大，可以忽略。因此，本方案进行土壤流失预测时以水蚀预测为主。根据现场调查，综合确定土壤侵蚀模数约为 $190\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

(2) 扰动后侵蚀模数

根据工程施工特点和项目区实际施工情况，施工期土壤流失量预测的各扰动单元

土壤侵蚀模数采用数学模型进行水土流失量预测。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL 773-2018)中土壤流失类型划分表,本工程土壤流失类型主要分为地表翻扰型一般扰动地表、上方无来水工程开挖面、上方无来水工程堆积体,生产建设项目土壤流失类型划分详见下表 4.3-3。

表 4.3-3 生产建设项目土壤流失类型划分表

一级分类	二级分类	三级分类	说明
水力作用下的土壤流失	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	人为活动导致地表土壤翻动,原有植被覆盖明显减少或裸露,维持原有整体地形的扰动地表。
	工程开挖面	上方无来水工程开挖面	工程开挖面上缘已达到或翻过分水岭,或在工程开挖面顶部有截排水沟等坡面径流拦截措施,不受上方来水冲刷侵蚀的开挖面。
	工程堆积体	上方无来水工程堆积体	在平地或坡面堆积,不受上方来水冲刷侵蚀的堆积体。

① 地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量按以下公式计算:

$$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA \quad (\text{式 4.3-1})$$

$$K_{yd}=NK \quad (\text{式 4.3-2})$$

式中:

M_{yd} ——地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤侵蚀量, t;

R ——降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$;

K_{yd} ——地表翻扰后土壤可侵蚀因子, $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

L_y ——坡长因子, 无量纲;

S_y ——坡度因子, 无量纲;

B ——植被覆盖因子, 无量纲;

E ——工程措施因子, 无量纲;

T ——耕作措施因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 ;

N ——地表翻扰后土壤可侵蚀因子增大系数, 无量纲, 项目无实测资料, 取值 2.13。

降雨侵蚀力因子采用多年平均降雨侵蚀力因子, 计算公式如下:

$$R_d = 0.067P_d^{1.627} \quad (\text{式 4.3-3})$$

式中:

R_d ——多年平均降雨侵蚀因子, $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$;

P_d ——多年平均降雨量, mm , 选取昌平区气象站数据, 多年平均降雨量 667.9mm 。

坡长因子计算公式如下:

$$L_y = (\lambda/20)^m \quad (\text{式 4.3-4})$$

$$\lambda = \lambda_x \cos\theta \quad (\text{式 4.3-5})$$

式中:

λ ——计算单元水平投影坡长度, m , 对一般扰动地表, 水平投影坡长 $\leq 100\text{m}$ 时按实际值计算, 水平投影坡长 $> 100\text{m}$ 按 100m 计算;

θ ——计算单元坡度, $(^\circ)$, 取值范围 $0^\circ \sim 90^\circ$;

m ——坡长指数, 其中 $\theta \leq 1^\circ$ 时, $m=0.2$; $1^\circ < \theta \leq 3^\circ$ 时, $m=0.3$; $3^\circ < \theta \leq 5^\circ$ 时, $m=0.4$; $\theta > 5^\circ$ 时, $m=0.5$;

λ_x ——计算单元斜坡长度, m 。

坡度因子按以下公式计算;

$$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3-6.1\sin\theta)}] \quad (\text{式 4.3-6})$$

式中: e ——自然对数的底, 取 2.72 。

② 上方无来水工程开挖面土壤流失量按以下公式计算:

$$M_{kw} = RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A \quad (\text{式 4.3-7})$$

式中:

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t ;

G_{kw} ——上方无来水工程开挖面土质因子, $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$;

L_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲。

上方无来水工程开挖面土质因子按下列公式计算:

$$G_{kw} = 0.004 e^{\frac{4.28SIL(1-CLA)}{\rho}} \quad (\text{式 4.3-8})$$

式中:

ρ ——土体密度, g/cm^3 , 取 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$;

SIL ——粉粒 ($0.02\sim 0.05\text{mm}$) 含量, 取小数, 取 0.8 ;

CAL ——黏粒 ($< 0.002\text{mm}$) 含量, 取小数, 取 0.1 。

上方无来水工程开挖面坡长因子按下式计算:

$$L_{kw} = (\lambda / 5)^{-0.57} \quad (\text{式 4.3-9})$$

上方无来水工程开挖面坡度因子按下式计算：

$$S_{kw} = 0.80 \sin \theta + 0.38 \quad (\text{式 4.3-10})$$

③ 上方无来水工程堆积体土壤流失量按以下公式计算：

$$M_{dw} = XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A \quad (\text{式 4.3-11})$$

式中：

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；

X ——工程堆积体形态因子，无量纲；

R ——降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h)；

G_{dw} ——上方无来水工程堆积体土石质因子，t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)；

L_{kw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{kw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

工程堆积体土石质因子 G_{dw} 按以下公式计算：

$$G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta} \quad (\text{式 4.3-12})$$

式中：

δ ——计算单元侵蚀面土体砾石含量，重量百分数，取小数（如 0.1、0.2、…）；

a_1 、 b_1 ——上方无来水工程堆积体土石质因子系数，本项目为黏土， a_1 取 0.023、 b_1 取 -2.297。

④ 计算单元及结果

根据扰动区域地形地貌、扰动方式、坡长、坡度等划分计算单元及计算结果。

表 4.3-4 施工期一般扰动地表土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	主体工程		
				变电站工程区	外电源工程区	生产生活区
1	土壤侵蚀模数			842	3375	455
2	地表翻扰型	M_{yd}	$M_{yd} = RK_{yd}L_{yd}S_yBETA$	8.42	33.75	4.55
	降雨侵蚀力因子	R		2319.80	2319.8	2319.8
	地表翻扰后土壤可侵蚀因子	K_{yd}		0.04	0.04	0.04

序号	项目	因子	公式	主体工程		
				变电站工程区	外电源工程区	生产生活区
	坡长因子	L_y		0.78	0.78	0.8
	坡度因子	S_y		10.05	10.05	0.98
	植被覆盖因子	B		0.15	0.04	0.073
	工程措施因子	E		1	1	1
	耕作措施因子	E		1	1	1
	计算单元水平投影面积	A		0.83	11.89	0.92

表 4.3-5 工程开挖面土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	主体工程		
				变电站工程区	外电源工程区	生产生活区
1	侵蚀模数			3815	4231	
2	工程开挖面	M_{kw}	$M_{kw} = RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$	38.15	42.31	
	降雨侵蚀力因子	R		2319.80	2319.8	
	土质因子	G_{kw}		0.02	0.02	
	坡长因子	L_{kw}		0.73	0.12	
	坡度因子	S_{kw}		0.95	0.65	
	计算单元水平投影面积	A		0.83	11.89	

表 4.3-6 工程堆积体土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	主体工程		
				变电站工程区	外电源工程区	生产生活区
1	侵蚀模数				4658	
2	工程堆积体	M_{dw}	$M_{dw} = XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}$		46.58	
	形态因子	X			1	
	降雨侵蚀力因子	R			2319.8	
	土石质因子	G_{dw}			0.02	
	坡长因子	L_{dw}			0.88	
	坡度因子	S_{dw}			1.25	
	计算单元水平投影面积	A			11.89	

表 4.3-7 本项目各分区土壤侵蚀模数

单位: $t/km^2 \cdot a$

预测分区		背景值 侵蚀模数	施工期 侵蚀模数	自然恢复期侵蚀模数		
				第一年	第二年	第三年
变电站工程区	上方无来水工程开挖面	190	3815			
	地表翻扰型一般扰动地表	190	842	411	240	180
外电源工程区	上方无来水工程开挖面	190	4231	548	240	180
	地表翻扰型一般扰动地表	190	3375	548	240	180
	上方无来水工程堆积体	190	4658	548	240	180
生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表	190	455	300	240	180

4.3.4 预测结果

(1) 预测方法

根据可能造成水土流失面积、水土流失背景值和水土流失强度预测值等, 计算土壤侵蚀(流失)量, 计算公式如下:

土壤流失量预测公式为：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} M_{ji} T_{ji} \quad (\text{式 4.3-13})$$

式中：W—土壤流失量（t）；

j—预测时段，j=1，2，即指施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段；

i—预测单元，i=1,2,3, …, n-1, n；

F_{ji} —第j预测时段、第i预测单元的面积（ km^2 ）；

M_{ji} —第j预测时段、第i预测单元的土壤侵蚀模数[t/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）]；

T_{ji} —第j预测时段、第i预测单元的预测时段长（a）。

当预测单元土壤侵蚀强度恢复到原地貌土壤侵蚀模数以下时，不再计算土壤流失量。

（2）预测结果

本项目预测期水土流失总量为571.73t，其中原地貌水土流失量为72.90t，新增水土流失量为498.83t。施工期水土流失量统计表详见表4.3-8、自然恢复期水土流失量预测表详见表4.3-9、水土流失量汇总表详见表4.3-10。

表4.3-8 施工期水土流失量计算表

地貌类型	预测分区及预测单元		水土流失面积(hm²)	土壤侵蚀模数背景值(t/km²·a)	扰动后土壤侵蚀模数(t/km²·a)	预测年限(a)	原地貌水土流失量(t)	水土流失总量(t)	新增水土流失量(t)
平原区	变电站工程区	工程开挖面	0.27	190	3815	0.5	0.26	5.15	4.89
		一般扰动地表	0.56	190	842	1.25	1.33	5.89	4.56
		小计	0.83				1.59	11.04	9.45
	外电源工程区	工程开挖面	3.15	190	4231	1.25	7.51	167.12	159.61
		一般扰动地表	7.44	190	3375	1.25	17.65	313.45	295.80
		工程堆积体	0.18	190	4658	0.50	0.17	4.19	4.02
		硬化不扰动	1.12	0	0	1.25	0.00	0.00	0.00
		小计	11.89				25.33	484.76	459.43
	生产生活区		0.92	190	455	0.25	0.44	1.05	0.61
合计		13.64				27.36	496.85	469.49	

表4.3-9 自然恢复期水土流失量预测表

地貌类型	预测分区及预测单元	水土流失面积(hm ²)	土壤侵蚀模数背景值(t/km ² ·a)	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)			原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)
				第一年	第二年	第三年			
平原区	变电站工程区	0.13	190	411	240	180	0.74	1.08	0.34
	外电源工程区	6.94	190	548	240	180	39.56	67.18	27.62
	生产生活区	0.92	190	300	240	180	5.24	6.62	1.38
合计		7.99					45.54	74.88	29.34

表4.3-10 水土流失量汇总表

地貌类型	预测分区及预测单元	施工期			自然恢复期			合计		
		原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)	原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)	原地貌水土流失量 (t)	水土流失总量 (t)	新增水土流失量 (t)
平原区	变电站工程区	1.59	11.04	9.45	0.74	1.08	0.34	2.33	12.12	9.79
	外电源工程区	25.33	484.76	459.43	39.56	67.18	27.62	64.89	551.94	487.05
	生产生活区	0.44	1.05	0.61	5.24	6.62	1.38	5.68	7.67	1.99
合计		27.36	496.85	469.49	45.54	74.88	29.34	72.90	571.73	498.83

4.4 水土流失危害分析

工程在施工中，地表植被遭到不同程度的破坏，导致水土保持功能降低。因此，施工期（含施工准备期）地表扰动、破坏植被，有可能造成严重的水土流失，甚至于对防治区域生态环境和环境可持续发展造成不利影响。根据本工程设计资料及现场调查情况，现将本工程建设可能造成水土流失危害概述如下：

（1）项目建设可能导致土地生产力降低

本项目建设将扰动原状地表，不同程度地改变原有地貌形态及土壤结构。本项目属于线型生产建设项目，变电站及电力隧道等建设中形成的扰动面是造成水土流失的主要因素。扰动面的位置、形式不同，流失程度有较大差异，所造成的危害也有所不同。经过水力作用将形成土壤流失，破坏表层结构，破坏土壤母质，威胁工程安全。工程完工后建筑物及道路硬化区域不再新增水土流失，裸露地表尽快进行恢复。

（2）破坏植被，加速土壤侵蚀

工程占地面积较大，不同工程区的建设难免要破坏原有稳定的生态群。生态群落遭到破坏，植被覆盖地表、截持降雨、减小流速、分散流量以及固定土壤和改良土壤等防治土壤侵蚀的作用将会降低，因而加速土壤侵蚀。

（3）对生态环境的影响

地表结皮遭到破坏，使自然体系生产能力受到一定程度的影响，自然体系的生产能力降低，地表的破坏产生的水土流失将影响周边的生态环境，加大周边土地的沙化和扬尘。

（4）对周边环境的危害

施工期间的大风将加大扬尘，影响周边环境，应对裸露地表做好临时覆盖，避免尘土飞扬影响正常交通、生活，避免在大风天气进行土方作业。

（5）对管网、河道的危害

由于工程土方的开挖回填，占地扰动，如不采取必要的措施必然使土壤流失，造成泥沙淤积、堵塞排水管道，增加雨季水体的含沙量，降低排水系统及其他周边河道的行洪能力。因此有必要对项目建设区布设水土保持措施，以减少对管网、河流的危害。

4.5 指导性意见

预测结果是在未采取有效防护措施时可能造成水土流失的结果。产生水土流失的因素较多，其中地面坡度、降雨强度是造成水土流失的主要因素，而采取综合性的水土保持防护措施将对水土流失有较强的抑制作用。工程水土保持防护措施的布置应本着与施工进度同步的原则，减缓施工扰动引起的新增水土流失，及时恢复原地貌。

(1) 防治重点区域的指导性意见

根据预测结果，水土流失防治和监测重点区域为外电源工程区。

(2) 防治重点时段的指导性意见

根据预测结果，本工程的重点防治时段为施工期，因此，在措施防治体系方面，重点加强施工期间的临时防护措施，同时，结合工程措施和植物措施，确保施工结束后自然恢复期内施工扰动地面的水土流失得到有效治理。

(3) 防治措施的指导性意见

本工程防治措施应从表土保护、截排水设施、临时拦挡等几个主要方面入手，并与必要的植物措施相结合，最大程度地减缓新增水土流失的发生。

施工期间人员活动比较频繁，扰动比较集中，待施工结束后将对各施工区进行平整和恢复。施工期间主要的建设活动为变电站、电缆隧道等基础开挖和回填，所采取的防治措施应结合主体工程，植物措施宜结合季节适时及时开展，当主体工程建成投运时，工程措施和植物措施均应及时到位。

(4) 施工进度安排的指导性意见

根据预测结果，变电站土建施工及外电源施工是本工程水土流失量较大的时段，加强主体工程施工进度的紧凑性，避免大风和冒雨施工，可以有效地减少施工扰动造成的水土流失。根据外电源工程施工特点，可考虑在逐段施工结束后分别进行土地整治和恢复。

(5) 水土保持监测工作安排的指导性意见

根据预测结果，在工程沿线选择有代表性点位，监测临时堆土土体变化情况、水蚀因子作用下土壤流失量以及林草覆盖率的观测。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

- (1) 按“区内相同、区间差异”原则分区。本项目按区间差异及防治措施进行划分；
- (2) 分区结果应对防治措施的总体布局有分类指导作用，有利于分类实施防治措施；
- (3) 防治分区充分考虑主体工程施工类别、性质、施工时序和不同功能单元；
- (4) 分区结果有利于水土流失预测及对本方案实施效果的客观评价。

本项目均为平原区，项目不按地形地貌划分一级分区，按照项目组成划分为 3 个防治分区：变电站工程区、外电源工程区及生产生活区。水土流失防治分区情况详见表 5.1-1。

表 5.1-1 水土保持防治分区划分表

序号	防治分区	主要工程区域	重点防治项目
1	变电站工程区	房屋建筑、绿化工程	建筑基坑及其地上物施工扰动区域裸露地表、绿化恢复
2	外电源工程区	隧道工程、绿化工程	施工扰动、沟槽开挖、裸露地表、施工生活扰动、植被恢复
3	生产生活区	人员活动及压占	施工占压地表、植被恢复

5.2 措施总体布局

5.2.1 水土流失防治措施布设原则

(1) 预防为主，针对项目主体工程特征和新增水土流失特点，因地制宜、合理布局，预防生产建设过程中可能产生的水土流失，治理防治责任范围内发生的水土流失。

(2) 结合工程的建设特点及同类工程的水土保持经验，因害设防，突出重点，各种防治措施紧密结合，综合防治。

(3) 与主体设计中已有措施密切配合，相互协调，形成整体，避免重复设计，降低防治费用。在方案编制中应根据主体工程的设计原则，提出切实可行的水土流失防治对策和具体措施。

(4) 生态优先原则，注重采取植物措施，与周边生态环境相协调，以生态效益、社会效益为主，把防治水土流失、改善生态环境作为水土保持防治工作的重点。

5.2.2 同类生产建设项目防治经验

本工程建设过程中不可避免的会造成原地貌扰动和植被占压、损坏，造成水土流失危害，应采取相应的防治措施。本方案对输变电工程水土流失防治措施和水土保持

效果进行了收集和分析，在工程建设期间可借鉴以下防护和治理措施：

（1）施工过程中的临时防护措施

工程施工过程中存在大量土方开挖、回填等活动，遇强降水极易产生严重的水土流失，施工过程中的临时防护措施是生产建设项目水土流失防治的预防保护措施，可借鉴较为有效的临时防护措施有：临时堆土表面苫盖，堆土场四周设置袋装土拦挡及临时排水沟，施工车辆碾压地表采用钢板铺垫保护等。

（2）工程防护措施

工程措施是生产建设项目水土流失防治措施体系的重要组成部分，具有长效保障功能。较为有效的水土保持工程措施有：土地整治、表土剥离及回覆，施工前剥离表土，结束后及时进行土地整治、回覆表土，增加地表植被覆盖率，避免裸露地表遇降雨及大风天气发生水土流失。

（3）植物措施

输变电项目可借鉴的植物措施主要有：场区管理和办公场所园林景观绿化，临时占地区植被恢复措施等。项目所在区域经长期选育并成功应用的乔木树种主要有核桃、苹果、银杏、栎树、洋槐、臭椿等；自然草类主要有野牛草、麦冬等。

5.2.3 水土流失防治体系和总体布局

结合项目建设特点，水土流失严重区域主要为基础开挖、隧道及管沟施工、临时堆土等区域，本方案水土流失防治本着从重点难点入手、有实际意义、可操作性强的原则，提出项目的水土流失防治方案。总体布局为工程措施与植物措施相结合，充分发挥工程措施的控制性和时效性，保证在短期内遏制或减少水土流失，结合植被建设和土地整治措施保持土壤，涵养水源，保护新生地表。水土流失防治措施主要采用工程措施、植物措施、临时措施、管理措施与主体工程景观绿化、排水相结合的综合防治措施，在时间和空间上形成完整的水土保持防治体系。

（1）工程措施。工程施工前对建设范围内的表土资源进行剥离保护，与主体工程同步实施雨水收集措施，裸露地表及时进行整治、铺装，工程施工结束后覆土平整，以利于植被恢复。

（2）植物措施。根据工程自身特点和所处地区气候特点，站区避免选择高大乔木，土地整治后变电站工程区铺设草坪，外电源工程区根据《国家林业和草原局关于制定恢复植被和林业生产条件、树木补种标准的指导意见》林办发〔2020〕94号，恢复原

有植被，实行原地、同面积、等质量恢复，防止水土流失，避免立地条件恶化。生产生活区占地为科研基地内建设用地，进行撒草籽恢复。

(3) 临时措施。在地表扰动后，应对裸露地表进行临时遮盖；项目区内布设临时排水沟有序排导项目区内的雨水，临时堆土采取拦挡、排水措施，施工道路进行洒水降尘等。考虑到临时工程的短时效性，一般选择简单、有效、易行且投资少的措施。

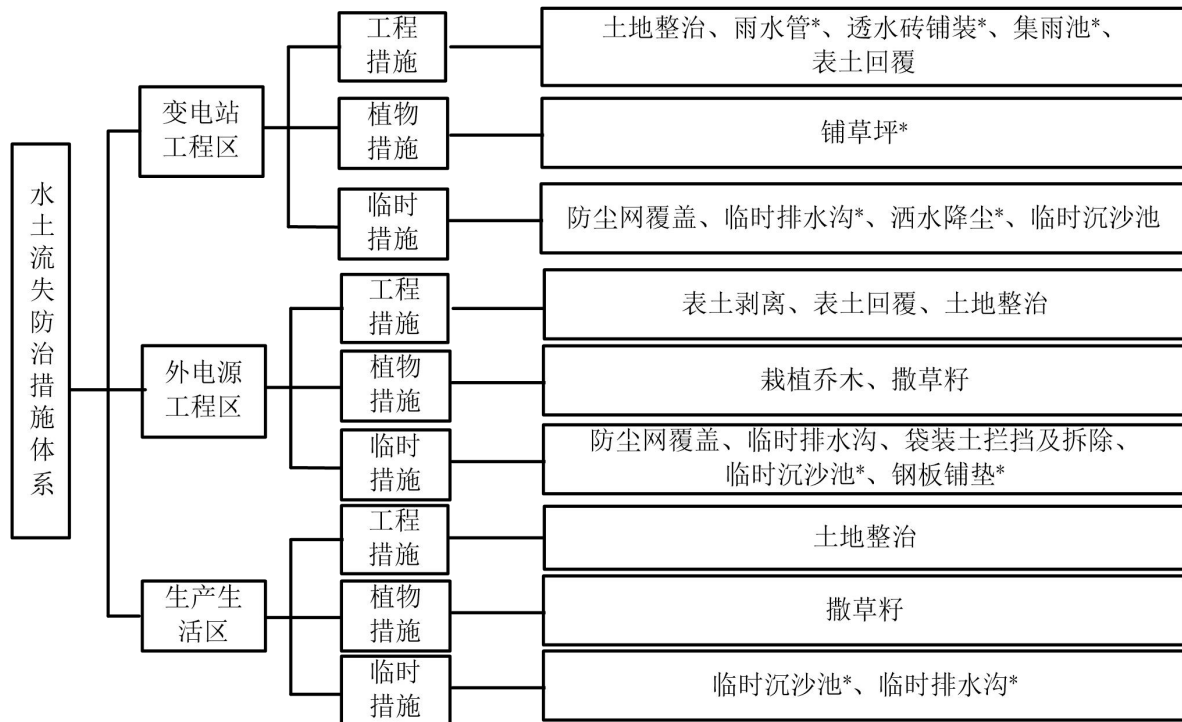
(4) 施工管理要求。土方作业避开雨天及大风天气施工，土石料运输车辆应采用封闭式运土车，施工场地及道路定期清扫，洒水降尘。

水土保持措施总体布局表见表 5.2-1，水土保持措施体系见图 5.2-1。

表 5.2-1 水土保持措施总体布局表

防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
变电站工程区	土地整治 雨水管* 透水砖铺装* 集雨池* 表土回覆	铺草坪*	防尘网覆盖 临时排水沟* 洒水降尘* 临时沉沙池
外电源工程区	表土剥离 表土回覆 土地整治	栽植乔木、撒草籽	防尘网覆盖 临时排水沟 袋装土拦挡及拆除 临时沉沙池*（方案增加 1 座） 钢板铺垫*
生产生活区	土地整治	撒草籽	临时沉沙池* 临时排水沟*

注：*主体设计已列措施



注：*主体设计已列措施

图 5.2-1 水土保持措施体系图

5.3 分区措施布设

5.3.1 设计标准

本项目水土保持设计中临时工程和绿化工程采用《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）和《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）的标准设计，排水和防洪工程按照主体设计标准，具体如下：

（1）排水工程：根据《室外排水设计标准》（GB 50014-2021），主体设计确定变电站排水重现期为 3 年，排水工程级别为 1 级。

（2）防洪工程：参照《防洪标准》（GB 50201-2014），按高压和超高压变电设施的防护等级，本项目变电站（电压<200kV，≥35kV）防护等级为Ⅲ级，防洪标准 50 年；按城市防护区分类属于“特别重要”，防护等级为Ⅰ级，防洪标准 200 年。本项目防洪标准为 200 年。

（3）土地整治工程：参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），对占用林地且开挖扰动深度超过 20cm 的区域，施工前进行表土剥离，考虑项目区表土厚度及施工条件等因素，表土剥离的厚度按 20cm~40cm，施工结束后需要后期恢复绿化的，进行土地整治后回覆表土，表土回覆厚度按 25cm~30cm 的标准。

(4) 植被恢复与建设工程：本项目涉及北京市水土流失重点治理区，应提高工程等级，参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），结合气候类型与降水条件，变电站工程区植被恢复与建设工程级别为 1 级，外电源工程作业带、施工便道、堆土场、材料场地等临时占地区域植被恢复与建设工程级别为 3 级。植被恢复主要按照乔木株行距 $4.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ ，撒草籽播种量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(5) 临时排水：本方案临时措施设计主要依据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL 575-2012）中的相关规定，临时排水沟设计标准按 3 年一遇短历时暴雨计算，沉沙池的设计施工应符合国家行业标准《水利水电工程沉沙池设计规范》（SL/T 269-2019）相关规定。

5.3.2 分区措施布置及典型设计

5.3.2.1 变电站工程区

(1) 工程措施

变电站工程区工程措施主要包括：雨水管、集雨池、透水砖铺装，施工结束后土地整治、表土回覆措施等。

雨水管、集雨池：主体工程设计中布设了较为完备的雨水排水系统。屋面雨水经由密闭雨水管排至地面，地面雨水先经地表径流汇至小市政雨水管内，最终收集入集雨池。集雨池总容积为 150m^3 ，采用钢筋混凝土型式，进水管流速采用 $0.5\sim 1.2\text{m/s}$ ，出水管流速采用 $1.0\sim 1.2\text{m/s}$ ，池内所有铁件防腐均采用符合有关标准的无毒防腐涂料。

透水砖铺装：主体工程施工结束后，对室外停车位进行透水砖铺装，面积 0.05hm^2 。透水材质面层的渗透系数大于 $1 \times 10^{-4}\text{m/s}$ ，透水垫层厚度不小于 150mm ，孔隙率 $15\%\sim 30\%$ 。

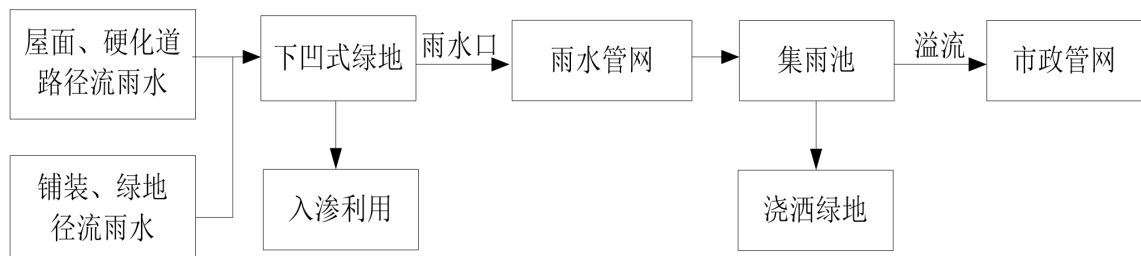


图 5.3-1 雨水收集与综合利用系统工艺流程图

土地整治：主体工程施工结束后对拟布设透水砖铺装及绿化区域进行土地整治，包括土地平整、表土回覆、铺设垫层等。绿地面积 0.13hm^2 ，透水面积 0.05hm^2 ，土地

整治面积 0.18hm^2 。回覆表土 0.04 万 m^3 ，来自外电源工程区 L2 线剥离的表土。变电站工程区工程措施数量统计详见表 5.3-1。

表 5.3-1 变电站工程区工程措施量表

序号	措施名称	单位	规格	工程数量
1	土地整治	hm^2		0.18
2	透水砖铺装	hm^2		0.05
3	150m^3 集雨池	座	$8.0\text{m} \times 5.0\text{m} \times 4.5\text{m}$	1
4	雨水管	m		320
5	表土回覆	万 m^3		0.04

(2) 植物措施

变电站工程区植物措施为铺草坪 0.13hm^2 。

表 5.3-2 变电站工程区植物数量表

分区	序号	苗木名称	单位	数量	规格
变电站工程区	1	草坪	m^2	1331.3	冷季型草

(3) 临时措施

变电站工程区临时措施为防尘网覆盖、临时排水沟、临时沉沙池、洒水降尘。临时措施工程量详见表 5.3-3。

防尘网覆盖：施工期间为避免地表长时间裸露造成水土流失，对短时间裸露地面采用密目式安全网（2000 目）进行临时苫盖，边角用土袋或块石压实，防止密目网被风吹起。防尘网覆盖 5300m^2 。

临时排水沟：项目施工期间主要通过施工道路外侧布设临时排水沟收集施工期雨水。施工场地临时排水沟总长度 280m ，净宽 0.39m ，起端深 0.40m 。

临时沉沙池：临时排水沟末端处设置临时沉沙池 1 座，尺寸为 $3.0\text{m} \times 1.5\text{m} \times 1.0\text{m}$ 。

洒水降尘：为减少项目区扬尘，对施工场地采用洒水车洒水 240 台时。

表 5.3-3 变电站工程区临时措施数量表

序号	措施名称	单位	工程数量
1	防尘网覆盖	m^2	5300
2	临时排水沟	m	280
3	临时沉沙池	座	1
4	洒水降尘	台时	240

5.3.2.2 外电源工程区

(1) 工程措施

外电源工程区工程措施主要包括：表土剥离与回覆、土地整治等。

表土剥离：施工前，对占用林地、公园与绿地且开挖扰动深度超过 20cm 的区域进行表土剥离，剥离厚度根据表土调查结果按 20cm~40cm 考虑，L1 线表土剥离 0.62 万 m³，其中 0.60 万 m³ 通过分段施工间的土方倒运可直接用于前方施工段回填，0.02 万 m³ 堆放于 L1 线表土堆土区，用于自身表土回覆；L2 线表土剥离 0.23 万 m³，其中 0.18 万 m³ 通过分段施工间的土方倒运可直接用于前方施工段回填，0.05 万 m³ 堆放于 L2 线表土堆土区，用于变电站工程区表土回覆 0.04 万 m³、L2 线表土回覆 0.01 万 m³。表土回覆措施可为后续植被恢复提供有利条件，保护表土资源。

土地整治：完工后对施工扰动或占压的土地进行整治。通过扰动场地进行坑凹回填、平整压实等整治活动，恢复土地原有功能。土地整治面积 6.94hm²。外电源工程区工程措施数量统计详见表 5.3-4。

表 5.3-4 外电源工程区工程措施量表

序号	措施名称	单位	厚度	合计
1	土地整治	hm ²		6.94
2	表土剥离	万 m ³	20cm~40cm	0.85
3	表土回覆	万 m ³	25cm~30cm	0.81

(2) 植物措施

L1 线涉及其他林地的区域，按照适地适树的原则，恢复林草措施；L2 线涉及公园与绿地（已调整为建设用地），本段植物措施主要为林地植被恢复及其他土地类型绿化。隧道敷设完毕后，在作业带土地整治的基础上采取乔、草相结合的方式恢复植被。根据《电力设施保护条例》“电力电缆线路保护区：地下电缆为电缆线路地面标桩两侧各 0.75 米所形成的两平行线内的区域”，本方案主要在隧道中心线两侧各 2.5m 范围内采取撒草籽，其他区域恢复林地。本方案根据沿线自然条件，选取不同类型植物品种，其中乔木选择樱桃、核桃、银杏、苹果、紫叶李、栾树、洋槐和臭椿，草种选择野牛草（草籽）。乔木株行距 4.0m×4.0m，电缆线路保护区及林下撒播野牛草，播种量 80kg/hm²。

表 5.3-5 外电源工程区植物措施量表

分区	序号	苗木名称	单 位	数 量	规格
外电源工程区	1	樱桃	株	114	胸径 7-8cm
	2	核桃	株	1211	地径 8-10cm
	3	银杏	株	240	胸径 7-7.9cm
	4	苹果	株	497	地径 7-7.9cm
	5	紫叶李	株	279	胸径 6-6.9cm
	6	栎树	株	93	胸径 7-7.9cm
	7	洋槐	株	43	胸径 7-7.9cm
	8	臭椿	株	77	胸径 7-7.9cm
	9	野牛草	hm ²	3.34	80kg/hm ²

(3) 临时措施

外电源工程区临时措施主要包括：防尘网覆盖、临时排水沟、临时沉沙池、袋装土拦挡及拆除、钢板铺垫等措施。临时措施工程量详见表 5.3-6。

防尘网覆盖：施工期间主要对沟槽施工范围、临时堆土表面等短时间裸露范围采用密目式安全网（2000 目）进行临时苫盖，边角用土袋或块石压实，防止密目网被风吹起，防尘网覆盖 69736m²。

临时排水沟、临时沉沙池：表土及槽土临时堆土区周边设置临时排水沟，末端接入临时沉沙池。临时堆土土方较为松散，受雨水冲刷后会携带大量泥沙，临时沉沙池及临时排水沟需在降雨后及时进行清理，确保排水安全，避免淤积市政管网。临时排水沟总长度 696m，净宽 0.39m，起端深 0.40m。临时沉沙池尺寸为 3.0m×1.5m×1.0m。

袋装土拦挡及拆除：电缆隧道每 20m 为一个施工段，逐段推进滚动施工，每段施工周期约 21 天，采用“三还一、四还二”的土方调运方式，尽可能减少临时堆土量。施工期间布设临时堆土区 4 处，L1 线和 L2 线各分别布置槽土、表土堆土区 1 处。临时堆土周边设置袋装土拦挡，待土方逐步回覆后拆除拦挡措施。袋装土拦挡 696m³，其中表土堆土周边 150m³、槽土堆土周边 546m³。

钢板铺垫：为方便机械设备和土方的运输，在电缆隧道开挖西侧规划出渣土车道，开挖东侧作为人员及车辆通行道路，临时施工道路做适当平整后铺设 6mm 厚钢板，面积 24068m²钢板的铺设可降低重型机械及车辆对原地貌的扰动。

表 5.3-6 外电源工程区临时措施数量表

序号	措施名称	单位	工 程 数 量
1	防尘网覆盖	m ²	69736
2	临时排水沟	m	696
3	袋装土拦挡	m ³	696
4	袋装土拆除	m ³	696
5	钢板铺垫	m ²	24068
6	临时沉沙池	座	3

5.3.2.3 生产生活区

(1) 工程措施

土地整治：完工后对施工占压的土地进行整治，恢复土地原有功能。土地整治面积 0.92hm²。生产生活区工程措施数量统计详见表 5.3-7。

表 5.3-7 绿化工程区工程措施量表

序号	措施名称	单位	合计
1	土地整治	hm ²	0.92

(2) 植物措施

撒草籽：土地整治后对临时占地扰动范围进行撒草籽恢复 0.92hm²。

表 5.3-8 生产生活区植物措施量表

分区	序号	苗木名称	单 位	数 量	规格
生产生活区	1	野牛草	hm ²	0.92	80kg/hm ²

(2) 临时措施

生产生活区临时措施主要包括：临时排水沟、临时沉沙池等措施。临时措施工程量详见表 5.3-9。

临时排水沟、临时沉沙池：施工期为避免雨水漫流出场外，造成水土流失，生产生活区周边布置临时排水沟 220m，排水沟末端连接临时沉沙池，雨水经沉沙后排入科研基地雨水管网。

表 5.3-9 生产生活区临时措施数量表

序号	措施名称	单位	工 程 数 量
1	临时排水沟	m	220
2	临时沉沙池	座	1

5.3.2.4 水土保持措施工程量汇总

本项目水土保持措施主要由工程措施、植物措施、临时措施三部分组成。水土保持措施工程量详见下表 5.3-10。

表 5.3-10 水土保持措施量汇总表

序号	项目	单位	工 程 数 量			
			变电站工程区	外电源工程区	生产生活区	合计
一、工程措施						
1	表土剥离	万 m³		0.85		0.85
2	土地整治	hm²	0.18	6.94	0.92	8.04
2.1	推土机平整场地	hm²	0.18	6.94	0.92	8.04
2.2	表土回覆	万 m³	0.04	0.81		0.85
3	150m³ 集雨池	座	1			1
4	透水砖铺装	hm²	0.05			0.05
5	雨水管	m	320			320
二、植物措施						
1	绿化工程	hm²	0.13			0.13
1.1	铺草坪	hm²	0.13			0.13
2	植被恢复	hm²		6.94	0.92	7.86
2.1	栽植乔木	株		2554		2554
2.2	撒草籽	hm²		3.34	0.92	4.26
三、临时措施						
1	临时沉沙池	座	1	3	1	5
2	防尘网覆盖	m²	5300	69736		75036
3	临时排水沟	m	280	696	220	1196

序号	项目	单位	工 程 数 量			
			变电站工程区	外电源工程区	生产生活区	合计
4	洒水降尘	台时	240			240
5	袋装土拦挡	m ³		696		696
6	袋装土拆除	m ³		696		696
7	钢板铺垫	m ²		24068		24068

5.4 施工要求

5.4.1 原则

(1) 与主体工程相配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

(2) 按照“三同时”的原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

(3) 施工进度安排坚持“保护优先、先挡后弃、及时跟进”的原则，临时工程施工完毕后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在整地的基础上尽快实施。

5.4.2 施工组织

项目周边已有完善的市政设施，利用市政及基地内道路可到达项目区，满足水土保持工程交通要求，不需要新建施工便道。施工周边水源充足，水质良好，能满足水土保持工程施工和生活用水的需求。

本方案防治措施主要有工程措施、植物措施和临时防护措施，不同的措施其施工组织形式不同，应区别对待。

施工时应根据各防治区域具体的工程措施合理安排各施工工序，减少或避免各工序间的相互干扰，与主体工程施工一并进行。

植物措施设计以经济实用、方便施工和美观大方为原则。变电站工程区结合主体工程进行铺草坪，植物措施施工要选择春、秋季或雨季来临前进行，以防恶劣天气造成不必要的损失，及新的水土流失。

土地整治应按种树、草或草籽撒播要求对地形进行整理。注意将埋在土壤内的杂物等清除。同时要考虑草地的排水状况，过干过湿润不利于草籽植物的生长。整地时可同时施入基肥，同时要注意增施氮肥，施基肥应混入 10cm 土层中，整地施肥时注意

土地整平，耕松表土，用滚轴压平，使其紧实，坑洼处必须填平。

5.4.3 施工方法与工艺

表土剥离：本工程对其他林地、公园与绿地的扰动开挖区域进行表土剥离。表土剥离前，利用全站仪及水准仪进行测量放样，大范围区域的表土剥离采用推土机推至存储区，对于地形有起伏且区域较小部位采用铁锹、锄头清除施工场地表层土，再采用推土机推至存储区；符合土方倒运时序、可直接用于回覆的表土，可采用自卸汽车运输至回填段进行表土回覆。

堆土防护：由于表土存储无压实度要求，因此按要求堆放在存储地后进行拍实即可，临时堆土底部设袋装土拦挡及临时排水沟，减缓降雨冲刷造成的水土流失。清理堆土时对原地貌的扰动，表层苫盖密目网，防止刮风引起扬尘。回填槽土底部采用袋装土拦挡并设施临时排水沟，表面采用防尘网覆盖。

临时排水沟：施工前进行沟底定线，排水沟沟槽开挖采用挖掘机配合人工开挖，并对侧壁、沟底拍实，确保稳定、平实，预制排水沟安装，排水沟出水口采用 C15 混凝土做成散水。

临时沉沙池：施工前定位、定线，采用挖掘机配合人工开挖，并对边坡、坡底拍实，确保边坡稳定、平实。砌筑沉沙池、抹面，防止渗漏。

钢板铺垫：为了避免对原地貌进行扰动，在临时施工道路、堆放材料底部采取钢板铺垫措施。施工结束后，拆除钢板回收。

土地整治：按工程、植物措施的要求对地形进行整理。注意将埋在土壤内的杂物等清除。整地时可同时施入基肥，同时要注意增施氮肥，酌施钾肥。施基肥应混入 10cm 土层中，整地施肥时注意土地整平，耕松表土，用滚轴压平，使其紧实，坑洼处填平。

植被恢复：结合本工程施工进度，施工前进行全面整地，一般栽植穴规格乔木为大于土球直径 1.0~1.5m，草籽播种时间为 3 月~6 月。把种子尽可能均匀地撒在地表松土表面并耧耙覆土。采用野牛草，撒播密度 80kg/hm²。

集雨池：首先采用全站仪、水准仪进行测量与放样。集雨池基坑开挖完成后，进行平整夯实，池箱浇筑。

5.4.4 施工要求

(1) 绿化区域按照作物种植要求整治和保护，避免施工中石灰等有害建筑材料污染土壤。

(2) 临时堆土、堆料、裸露地表采用防尘网或密目网苫盖，避免造成扬尘。

(3) 土方作业施工应避开大风、降雨天气，优化施工工艺，降低土石方倒运次数，运输车辆采用自动式封闭运土车。

(4) 施工道路安排人员定期清扫，及时洒水降尘。

(5) 建筑材料应分类堆放在施工区附近，并设置标识牌，施工安排尽量避免各单项工程之间的干扰，并把握好施工工序。

5.4.5 水土保持措施实施进度安排

(1) 遵循“三同时”制度，按照主体工程施工组织、建设工期、工艺流程，坚持积极稳妥、留有余地、尽快发挥效益的原则，以水土保持分区措施布设、施工的季节性、施工的时序、措施保障、工程质量和施工安全，合理安排，保证水土保持工程施工的组织性、计划性、有序性，以及资金、材料和机械设备等资源的有效配置，确保工程按期完成。

(2) 与主体工程相协调、相一致，根据工程量组织劳动，使其相互协调，避免窝工浪费。

(3) 先工程措施再植物措施，工程措施一般应安排在非主汛期，大的土方工程尽可能避开汛期。植物措施应以春、秋季为主。施工建设中，应按“先拦后弃”的原则，先期安排水土保持措施的实施。

水土保持措施施工进度见下表。

表 5.4-1

水土保持措施实施进度表

项目 \ 季度		2025 年			2026 年	
		II	III	IV	I	II
主体工程						
工程措施	土地整治					
	表土剥离					
	透水铺装					
	集雨池					
	雨水管					
	表土回覆					
植物措施	铺草坪					
	栽植乔木					
	撒草籽					
临时措施	临时排水沟					
	临时堆土防护					
	临时沉沙池					
	钢板铺垫					
	防尘网覆盖					

说明：工程措施

植物措施 ————

临时措施 ————

6 水土保持监测

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2108）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）的要求，对编制水土保持方案报告书的生产建设项目（《生产建设项目水土保持方案管理办法》2023 年水利部令第 53 号“征占地面积 5 公顷以上或者挖填土石方总量 5 万立方米以上的生产建设项目，应当编制水土保持方案报告书”），生产建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。

本项目水土流失防治责任范围 13.64hm²，土石方挖填总量为 27.18 万 m³，建设单位应按照水土保持有关技术标准和水土保持方案的要求，开展水土保持监测工作，设立专项监测点，选择合理的监测内容，对因项目建设引起的水土流失面积、分布状况、流失动态变化和水土保持措施的效果进行动态监测。

6.1 监测范围与时段

6.1.1 监测范围

水土保持监测的范围为水土流失防治责任范围，本项目水土保持监测范围为变电站工程区、外电源工程区及生产生活区。水土保持监测范围为 13.64hm²，监测重点区域是外电源工程区。

6.1.2 监测时段

本项目水土保持监测工作与主体工程同步开展。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018），本项目为建设类项目，监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束。即本项目监测时段自 2025 年 4 月开始至设计水平年 2026 年结束。以每年 6 月~9 月（雨季）为重点监测时段

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

按照《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）的要求，生产建设项目水土保持监测内容主要包括项目施工全过

程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等，本项目水土保持监测内容如下：

(1) 扰动土地情况

重点监测实际发生的占地面积、扰动地表植被面积、弃渣量及变化情况等。

(2) 水土流失状况

重点监测实际造成的水土流失面积、分布，土方挖填量、土壤流失量及变化情况等。

(3) 水土流失危害

重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等。

(4) 水土保持防治成效

重点监测实际采取的水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

6.2.2 监测方法

按照《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）的要求，结合本项目的实际情况，本项目监测采用实地调查监测、地面观测、资料分析等方法。

(1) 实地调查监测

调查监测是指定期采取全区域调查方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合本项目 1:1000 地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按不同工程扰动类型分类测定扰动面积。填表记录每个分项工程区的基本特征及水土保持措施实施效果情况。

1) 抽样调查法

抽样调查的特点首先是具有随机性，其次是抽样调查法可以在一定的精度条件下，保证实现最大的抽样效果。抽样调查法监测内容包括调查扰动地面情况、破坏植被情况、植被恢复状况等。

2) 巡查法

巡查法指按时测量工程建设内容的扰动地表面积、临时堆土面积、植物措施面积等，可采用手持 GPS 定位仪进行。

(2) 地面观测法

水土保持措施实施过程中，实地进行观测，对施工过程中的水土流失状况进行分析。

1) 水土流失量监测

沉沙池观测法：在沉沙池内安装自计水位计、水样采集、分析设备和烘干设备。主要观测项目有雨量、水位和泥沙含量等。通过测量沉沙池的输沙量和淤积量，推算汇流面积的施工期土壤侵蚀模数。

2) 植被覆盖率：采用测定典型样方的方法进行监测。样方面积根据实际情况确定，样方尺寸按植被类型要求分别确定，记录林草生长情况、成活率、植被恢复情况及植被覆盖率。

3) 防护措施效果及稳定性监测：采取实地定点测量法和实地调查相结合的方法，按《水土保持综合治理效益计算方法》规定进行测算：扰动土地面积及再利用情况、减少水土流失量、水土流失面积治理情况、渣土防护率、林草措施的覆盖度等效益通过调查监测法进行。

(3) 资料分析法

根据本项目建设的施工资料、监理记录等资料，气象站、水文站收集资料以及施工过程影像资料，对施工过程中的水土流失状况进行分析。

6.2.3 监测频次

按照《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）的要求，结合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），项目水土保持监测应在整个建设期开展全程不间断监测。

工程建设期：施工准备期开展1次全面调查，摸清项目建设区背景情况，即水土流失影响因子及水土流失状况等。

(1) 扰动土地情况监测频次不少于每月1次；

(2) 水土流失状况监测：土壤流失面积监测每月1次，水土流失量每月1次，正在实施的水土保持措施建设情况每月监测1次，水土保持工程措施拦挡效果每个月监测记录1次，主体工程建设进程、水土流失影响因子不少于每季度监测记录1次。

(3) 水土流失危害：遇暴雨（日降雨量 $\geq 50\text{mm}$ 或1小时降雨量 $\geq 25\text{mm}$ ）等重大水土流失危害事件一周内完成监测。

(4) 水土保持防治效果：植物措施实施进度及数量不少于每月监测记录 1 次，成活率、保存率及生长状况在栽植 6 个月后调查成活率，且每年调查 1 次保存率及生长状况；工程措施实施进度及数量每季度 1 次；临时措施实施情况每月 1 次。

6.3 点位布设

监测点位布设应遵循代表性、方便性、少受干扰的原则。每个监测区至少布置一个监测点。本项目共设置 6 个监测点，分别位于变电站工程区绿地恢复范围、外电源工程区临时堆土周边及隧道开挖范围、生产生活区临时占压范围。

水土保持监测点位见附图 20。

表 6.3-1 监测点位布设及监测内容情况表

监测点位		监测内容	
		施工期	自然恢复期
变电站工程区	测 1	(1) 降雨量、降雨强度等； (2) 防治责任范围面积、扰动地表面积及程度等； (3) 水土流失分布、面积及水土流失量； (4) 挖方、填方量； (5) 土石方调运； (6) 植被恢复。	(1) 降雨量、降雨强度、风力风向等； (2) 水土流失量及变化； (3) 林草生长、成活率、覆盖面积及防治水土流失效果； (4) 水土保持措施运行效果、水土保持措施种类及面积。
外电源工程区	测 2		
	测 3		
	测 4		
	测 5		
生产生活区	测 6		
合计	6 处		

6.4 实施条件和成果

6.4.1 实施条件

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）的要求，建设单位尽快自行或委托有关机构开展水土保持监测工作。

(1) 监测人员

监测所需人员主要指建设期间开展水土保持监测工作所需要的监测技术负责人、监测工程师等人员。监测人员必须按规定的监测内容、方法、时段对项目建设实施水土保持监测。本工程水土保持监测要求配备总监测工程师 1 名，监测工程师 2 名，共计 3 人。

(2) 监测设施、设备及消耗性材料

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。如利用全球定位系统（GPS）对临时堆土区形态变化作动态监测，用红外线（激光）测距仪对防治责任范围、扰动土地面积、水土流失面积、扰动土地整治面积等进行现场测量；用便携式水土流失动态监测仪分析防治责任范围内的水土流失情况等。

6.4.2 监测成果

（1）监测成果及报送

按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）等相关规定，监测成果要求如下：

①建设单位应在主体工程开工 1 个月内向有关水行政主管部门报送水土保持监测实施方案；

②工程建设期间，应于每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告》；

③应每年 1 月底前报送上一年度监测总结报告；

④因降雨或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后 1 周内报告有关情况；

⑤水土保持监测任务完成后，应在水土保持设施验收前编制《生产建设项目水土保持监测总结报告》；

⑥上述报告由建设单位按要求向水利部海河水利委员会报送，同时抄送北京市水务局、昌平区水务局。

（2）监测报告编制要求

①水土保持监测实施方案

监测单位进场后先编制监测实施方案。监测实施方案主要反映项目及项目区概况、水土保持监测布局、监测内容和方法、预期成果及形式、监测工作组织等。

②监测季度报告

监测季度报告，其内容以监测季度为阶段，需反映监测季度内水土保持工作情况，水土流失防治措施实施及其运行情况、防护工程稳定性、植物措施成活率、保存率及生长情况等内容，特别是因工程建设造成的水土流失和存在的问题及建议。

③水土保持监测意见书

监测意见以监测意见书的形式出具，应反映项目名称、建设地点、监测单位、监测人员、监测过程中的意见和照片，监测照片需反映现场情况及存在问题等，标明监测位置、分区、现场情况及建议。

④监测总结报告

水土保持监测总结报告由承担水土保持监测工作的监测单位完成。水土保持监测总结报告客观反映工程水土保持工作情况，建设过程中的水土流失状况、水土流失危害、水土流失防治措施实施及其效果等。其内容应包括综合说明、监测依据、建设项目及项目区概况、水土保持监测布局、监测内容和方法、监测结果与分析、结论与建议等。

在监测季报和总结报告中应明确“绿黄红”三色评价结论。生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价。三色评价结论是生产建设单位落实参建单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是主管部门实施监管的重要依据。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则：

(1) 投资估算编制的项目划分、费用构成、表格形式等依据水土保持工程概（估）算编制规定编写。

(2) 价格水平年、人工单价、主要材料价格、次要材料、植物苗木、草、种子等材料预算单价、施工用水、用电等原价与主体工程保持一致，采用当地地方标准及现行市场价格。用水、用电等预算单价、施工机械台时费及相关的费率等按水土保持工程概（估）算编制规定计算。

(3) 估算定额、取费项目及费率与主体工程一致，主体工程定额中没有的工程项目，采用水土保持或相关行业的定额、取费项目及费率。

(4) 运行期水土保持投资另行计列。

(5) 水土保持工程投资估算价格水平年与主体工程一致，按 2024 年第 4 季度价格水平。

(6) 水土保持补偿费单列，计入总投资。

7.1.1.2 编制依据：

(1) 《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总〔2003〕67 号文件颁布）；

(2) 《水土保持工程概算定额》（水利部水总〔2003〕67 号文件颁布）；

(3) 《水土保持工程施工机械台时费定额》（水利部水总〔2003〕67 号文件颁布）；

(4) 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（国家发改委 建设部 发改价格〔2007〕670 号）；

(5) 《税收政策财政部税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税〔2018〕32 号）；

(6) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448 号）；

(7) 《北京市发展和改革委员会 北京市财政局 北京市水务局关于降低本市水土保持补偿费收费标准的通知》（京发改〔2021〕1271 号）；

- (8) 《北京市建设工程计价依据—概算定额》;
- (9) 工程所在地建筑工程造价资料、材料价格信息;
- (10) 本方案水土流失防治措施设计工程量清单。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

(1) 费用构成

水土保持投资由工程措施、植物措施、临时工程、独立费用、基本预备费和水土保持补偿费等 6 部分组成。

(2) 基础单价

① 人工预算单价：人工单价主体工程一致，采用 165 元/工日计算，20.63 元/工时计算。

② 材料预算价格：主要材料价格采用主体工程价格，参考北京市住房和城乡建设委员会官网公布的 2024 年 12 月工程造价信息，本方案新增工程的建筑材料预算单价采用主体工程单价，植物措施单价采用当地苗圃价格。包括材料原价、运杂费及 2% 采购保管费，主要材料估算价格见表 7.1-11。

③ 施工机械台时费：与主体工程一致，或不足部分参照《水土保持概算定额》附录一“施工机械台时费”定额计算。

(3) 工程、植物措施单价编制

工程措施单价采用主体工程分析价，主体工程不足的采用水保定额及标准补充分析计算；植物措施采用水总〔2003〕67 号《水土保持工程概（估）算编制规定》进行编制。措施单价由直接工程费（直接费、其他直接费）、间接费、企业利润、税金和扩大组成。

①直接工程费

由直接费、其他直接费两部分组成。

a.直接费

直接费由人工费、材料费和机械使用费组成。

b.其他直接费

其他直接费包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费和其他，费率见表 7.1-1。

表 7.1-1 其他直接费费率表

工程类别	计算基础	其他直接费费率 (%)
工程措施 (土地整治工程)	占直接费	2.5 (1.8)
植物措施	占直接费	1.8
临时措施	占直接费	2.5

②间接费

间接费由企业管理费、财务费用和其他费用组成，见表 7.1-2。

表 7.1-2 间接费费率表

工程类别	计算基础	间接费费率 (%)
土石方工程	占直接工程费	3~5
其他工程	占直接工程费	4
植物措施	占直接工程费	3

③企业利润

企业利润指按规定应计入工程措施及植物措施费用中的利润，工程措施取 7%、植物措施取 5%；

④税金

税金指国家对施工企业承担建筑、安装工程作业收入所征收的营业税、城市维护建设税和教育费附加，税率取 9%；

⑤扩大

由于本项目为水土保持投资估算，工程措施和植物措施估算单价扩大 10%，临时措施估算与概算相同。

(3) 投资估算编制

① 工程措施费，按设计工程量乘以工程单价进行编制。

② 植物措施费，由苗木、草、种子等材料费及种植费组成。植物措施材料费由苗木、草、种子的估算价格乘以数量进行计算。栽（种）植费按树、草种设计量乘以相应种植工程单价进行计算。

③ 临时工程费，由临时防护工程费和其他临时工程费组成，临时防护工程费按方案设计的工程量乘以工程单价计算，其他临时工程费按第一部分工程措施和第二部分植物措施投资的 1.0%~2.0%编制，本工程取 1.0%。

④ 独立费用：包括建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、水土保持监测费、水土保持设施验收费等，各项费用按照国家和水土保持相关规定计列。

建设管理费：按第一部分至第三部分之和的 2% 计取。

科研勘测设计费：参考同类项目，按照实际工作量及合同计列，科研勘测设计费 25.00 万元。

水土保持监理费：按（水保〔2019〕160 号）要求，本项目应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师。参考同类项目，按照实际工作量及合同计列，水土保持监理费 12.00 万元。

水土保持监测费：按照合同实际计取，水土保持监测费 13.78 万元。

水土保持设施验收费：按照合同实际计取，水土保持设施验收费 20.00 万元。

⑤ 预备费：基本预备费按一至四部分之和的 6% 计算。

⑥ 水土保持补偿费

本项目计划于 2025 年 4 月开工建设，根据《北京市发展和改革委员会 北京市财政局 北京市水务局关于降低本市水土保持补偿费收费标准的通知》（京发改〔2021〕1271 号）文件规定：“2021 年 9 月 1 日（含）以后开工的一般性生产建设项目，按照征占用土地面积每平方米 0.3 元一次性计征，不足 1 平方米的按 1 平方米计”。项目征占用土地面积为 136449.1m²，按 136450m² 计，计列水土保持补偿费 40935.0 元。

7.1.2.2 估算成果

本项目水土保持工程总投资 979.39 万元，其中工程措施 101.18 万元，植物措施 544.07 万元，临时措施 187.41 万元，独立费用 87.43 万元（其中包括监测费 13.78 万元，监理费 12.00 万元），基本预备费 55.21 万元，水土保持补偿费 4.09 万元。

表 7.1-3 水土保持投资估算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施费		独立 费用	合计
			栽（种） 植费	苗木、 草、种子 费		
1	第一部分 工程措施	101.18				101.18
1.1	变电站工程区	60.48				60.48
1.2	外电源工程区	40.46				40.46
1.3	生产生活区	0.24				0.24
2	第二部分 植物措施		320.77	223.30		544.07
2.1	变电站工程区		2.97	1.91		4.88
2.2	外电源工程区		298.17	216.65		514.82
2.3	生产生活区		19.63	4.74		24.37
3	第三部分 临时措施	187.41				187.41
3.1	变电站工程区	9.33				9.33
3.2	外电源工程区	174.78				174.78
3.3	生产生活区	3.30				3.30
一至三部分合计		288.59	320.77	223.30		832.66
4	第四部分 独立费用				87.43	87.43
4.1	建设管理费				16.65	
4.2	水土保持监理费				12.00	
4.3	科研勘测设计费				25.00	
4.4	水土保持监测费				13.78	
4.5	水土保持设施验收费				20.00	
一至四部分合计		288.59	320.77	223.30	87.43	920.09
基本预备费						55.21
水土保持补偿费						4.09
水土保持工程总投资						979.39

表 7.1-4 分区措施投资表（工程措施）

序号	工程或费用名称	单 位	数量	单价（元）	投资（元）
	第一部分 工程措施				
一	变电站工程区				604806.81
1	土地整治	hm ²	0.18	2627.99	473.04
2	雨水管	m	320.00	280.00	89600.00
3	透水砖铺装	hm ²	0.05	5565500.00	278275.00
4	150m ³ 集雨池	座	1	221794.77	221794.77
5	表土回覆	万 m ³	0.04	366600.00	14664.00
二	外电源工程区				404586.40
1	表土剥离	万 m ³	0.85	105179.00	89402.15
2	表土回覆	万 m ³	0.81	366600.00	296946.00
3	土地整治	hm ²	6.94	2627.99	18238.25
三	生产生活区				2417.75
1	土地整治	hm ²	0.92	2627.99	2417.75
合计					1011810.96

表 7.1-5 分区措施投资表（植物措施）

序号	工程或费用名称	单 位	数量	单价（元）	投资（元）
	第二部分 植物措施				
一	变电站工程区				48752.20
1	草坪	m ²	1331.3	14.31	19050.90
2	铺草皮	m ²	1331.30	22.31	29701.30
二	外电源工程区				5148179.17
1	樱桃	株	114	498.65	56846.10
2	核桃	株	1211	856.80	1037584.80
3	银杏	株	240	666.25	159900.00
4	苹果	株	497	976.75	485444.75
5	紫叶李	株	279	503.80	140560.20
6	栎树	株	93	729.99	67889.07
7	洋槐	株	43	362.94	15606.42
8	臭椿	株	77	398.53	30686.81
9	栽植乔木	株	2554	888.33	2268794.82

序号	工程或费用名称	单 位	数量	单价（元）	投资（元）
10	撒草籽	hm ²	3.34	213430.00	712856.20
11	草籽（野牛草）	hm ²	3.34	51500.00	172010.00
三	生产生活区				243735.60
1	撒草籽	hm ²	0.92	213430.00	196355.60
2	草籽（野牛草）	hm ²	0.92	51500.00	47380.00
合计					5440666.97

表 7.1-6 分区措施投资表（临时措施）

序号	工程或费用名称	单 位	数量	单价（元）	投资（元）
	第三部分 临时措施				
一	变电站工程区				93275.59
1	防尘网覆盖	m ²	5300.00	4.64	24592.00
2	临时排水沟	m	280.00	80.00	22400.00
3	临时沉沙池	座	1	13000.00	13000.00
4	洒水降尘	台时	240.00	111.45	26748.00
5	其他临时措施费				6535.59
二	外电源工程区				1747752.30
1	防尘网覆盖	m ²	69736.00	4.64	323575.04
2	临时排水沟	m	696.00	80.00	55680.00
3	袋装土拦挡	m ³	696	335.50	233508.00
4	袋装土拆除	m ³	696	43.92	30568.32
5	临时沉沙池	座	3	13000.00	39000.00
6	钢板铺垫	m ²	24068	41.96	1009893.28
7	其他临时措施费				55527.66
三	生产生活区				33061.53
1	临时排水沟	m	220	80.00	17600.00
2	临时沉沙池	座	1	13000.00	13000.00
3	其他临时措施费				2461.53
合计					1874089.42

表 7.1-7

分年度投资估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	合计	建设期		设计水平年
			2025	2026	2026
一	工程措施	101.18	10.76	90.42	
1	变电站工程区	60.48		60.48	
2	外电源工程区	40.46	10.76	29.70	
3	生产生活区	0.24		0.24	
二	植物措施	544.07		544.05	0.02
1	变电站工程区	4.88		4.86	0.02
2	外电源工程区	514.82		514.82	
3	生产生活区	24.37		24.37	
三	临时措施	187.41	152.20	35.21	
1	变电站工程区	9.33	8.01	1.32	
2	外电源工程区	174.78	140.89	33.89	
3	生产生活区	3.30	3.30		
四	独立费用	87.43	52.88	13.55	21.00
1	建设管理费	16.65	12.49	4.16	
2	水土保持监理费	12.00	9.00	3.00	
3	科研勘测设计费	25.00	25.00		
4	水土保持监测费	13.78	6.39	6.39	1.00
5	水土保持设施验收费	20.00			20.00
一至四部分合计		920.09	215.84	683.23	21.02
基本预备费		55.21	12.95	42.26	
水土保持补偿费		4.09	4.09		
合计		979.39	232.88	725.49	21.02

表 7.1-8 独立费用计算表 单位：万元

序号	费用名称	编制依据及计算公式	金额（万元）
一	建设管理费	按一至三部分之和的 2%	16.65
二	水土保持监理费	根据工程实际情况核算	12.00
三	科研勘测设计费	按合同计列	25.00
四	水土保持监测费	按合同计列	13.78
五	水土保持设施验收费	按合同计列	20.00
	合 计		87.43

表 7.1-9 工程单价汇总表 单位：元

序号	工程名称	定额编号	单位	单价	其 中								
					人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	现场经费	间接费	企业利润	税金	估算扩大
1	表土剥离	01155	100m ³	1051.79	101.09	11.12	614.40	0.75	21.82	70.65	57.39	78.95	95.62
2	表土回覆	12-1-4	m ³	36.66	25.25	0.10	0.01	0.76	2.46		2.00	2.75	3.33
3	透水砖铺装	04 建园林 12-2-28	m ²	556.55	5.36	381.26	1.40	9.70	19.40	16.68	30.37	41.78	50.60
4	铺草卷	2-155	10m ²	223.14	121.61	30.81	13.04		6.62	5.16	8.86	16.75	20.29
5	栽植乔木	2-55	株	888.33	488.79	103.32	66.60		26.35	20.55	35.28	66.68	80.76
6	撒草籽	2-158	10m ²	213.43	125.73	29.92	2.61		6.33	4.94	8.48	16.02	19.40
7	密目网苫盖	03005	100m ²	464.19	206.30	148.04		10.63	17.72	15.31	27.86	38.33	
8	袋装土拦挡	03053	100m ³	33549.77	23972.06	2500.12		661.80	794.17	837.84	2013.62	2770.16	
9	袋装土拆除	03054	100m ³	4392.47	3465.84			86.65	103.98	109.69	263.63	362.68	

表 7.1-10 施工机械台时费汇总表 单位：元

序号	编号	名称及规格	台时费	其 中								
				折旧费	修换设备费	安拆费	人工费	汽油	柴油	电	风	水
1	2002	砂浆搅拌机 0.4m ³	44.95	3.29	5.34	1.07	26.82			8.43		
2	3059	胶轮架子车	0.90	0.26	0.64							
3	1001	油动挖掘机 0.5m ³	180.30	21.97	20.47	1.48	55.70		80.68			
4	1002	油动挖掘机 1.0m ³	287.75	28.77	29.63	2.42	119.8603		107.07			
5	1031	推土机 74kW	172.10	19.00	22.81	0.86	49.51		79.92			
6	1077	蛙式夯实机 2.8kW	44.89	0.17	1.01		41.26			2.45		
7	3060	机动翻斗车 1t	40.57	1.22	1.22		26.82		11.31			
8	3013	自卸汽车 8t	139.87	22.59	13.55		26.82		76.91			
9	1023	轮胎式装载机 3m ³	295.04	51.15	38.37		26.82		178.70			
10	1008	液压挖掘机 2m ³	355.31	89.06	54.68	3.56	55.70		152.31			
11	3038	洒水车 4m ³	111.45	11.29	12.48		26.819	60.86				

表 7.1-11 主要材料单价汇总表 单位：元

序号	名称	单位	规格	估算价格	其中		
					原价	运杂费	采购及保管费
1	人工	工时		20.63	20.63		
2	普通硅酸盐水泥	t	42.5 散装	378.73	376.10	2.63	
3	砂	m ³		86.44	85.84	0.60	
4	砖	1000 块	120×240×50mm	843.71	837.85	5.86	
5	普通干混砂浆	m ³	M5	262.93	261.10	1.83	
6	商用混凝土	t	C15	376.42	373.80	2.62	
7	商用混凝土	t	C30	405.72	402.90	2.82	
8	汽油	kg	92#	8.95	8.95		
9	柴油	kg	0#	7.54	7.54		
10	水	t		8.74	8.74		
11	电	kw·h		0.98	0.98		
12	密目网	m ²	2000 目	1.31	1.30	0.01	
13	编织袋	个		0.40	0.40	0.00	
14	绑扎绳	kg		3.25	3.23	0.02	
15	支柱	根		24.78	24.61	0.17	
16	砂基透水砖	m ²	200×100×80mm	365.34	362.80	2.54	
17	草坪	m ²	冷季型草	14.31	14.20	0.10	0.01
18	樱桃	株	胸径 7-8cm	498.65	494.7	3.46	0.49
19	核桃	株	地径 8-10cm	856.80	850.00	5.95	0.85
20	银杏	株	胸径 7-7.9cm	666.25	660.96	4.63	0.66
21	苹果	株	地径 7-7.9cm	976.75	969.00	6.78	0.97
22	紫叶李	株	胸径 6-6.9cm	503.80	499.8	3.50	0.50
23	栾树	株	胸径 7-7.9cm	729.99	724.2	5.07	0.72
24	洋槐	株	胸径 7-7.9cm	362.94	360.06	2.52	0.36
25	臭椿	株	胸径 7-7.9cm	398.53	395.36	2.77	0.40
26	草籽 (野牛草)	m ²	一级种	5.15	5.10	0.04	0.01

7.2 效益分析

项目防治责任范围面积 13.64hm²，包括永久征地 0.83hm²，临时占地 12.81hm²，保留现状硬化地面 1.12hm²，施工扰动面积 12.52hm²。通过实施水土保持治理措施，项目区水土保持措施防治面积合计 12.52hm²，可减少水土流失量 97.99t。据此计算水土流失治理防治指标达到情况。

本方案在施工期对临时堆土等采取了拦挡和苫盖等临时防护措施，使得侵蚀程度大幅度降低；在自然恢复期，硬化部分不再产生土壤流失，各项水土保持措施已经布设到位，正在逐步发挥作用，侵蚀程度逐步减小，防治效果较为显著。随着项目区人为扰动因素的停止和防治措施逐步发挥作用，工程扰动区域土壤侵蚀强度逐渐趋于稳定，达到预期防治目标。到方案设计水平年，水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六项指标均达到或超过方案制定的目标值，起到了较好的生态效益。

通过水土保持方案的实施，可以减少项目区的水土流失危害，保障主体工程的安全，减轻水土流失对周边环境的影响，促进生态环境向良性方向发展。因此，本项目水土保持工作的顺利开展，能够有效地控制水土流失，提高水土资源利用率，改善周边环境，对于全面落实生态文明建设理念、建设资源节约型和环境友好型和谐社会的战略思想，具有重要的意义。

8 水土保持管理

依照《中华人民共和国水土保持法》，为保证本项目水土保持方案顺利实施、工程新增水土流失得到有效控制、项目区及周边生态环境能够良性发展，项目业主单位应在组织领导和技术力量等方面制定切实可行的方案，保证措施实施到位。本项目水土保持方案实施保障措施包括水土保持组织管理、工程后续设计、水土保持监测、水土保持监理、水土保持施工、水土保持设施验收等方面。

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年水利部令第 53 号，2023 年 3 月 1 日起施行），生产建设单位是生产建设项目水土流失防治的责任主体，应当加强全过程水土保持管理，优化施工工艺和时序，提高水土资源利用效率，减少地表扰动和植被损坏，及时采取水土保持措施，有效控制可能造成水土流失。水土保持方案自批准之日起满 3 年，生产建设项目方开工建设的，其水土保持方案应当报原审批部门重新审核。原审批部门应当自收到生产建设项目水土保持方案之日起 10 个工作日内，将审核意见书面通知生产建设单位。

8.1 组织管理

根据国家有关法律法规，水土保持方案报水利部批复后，生产建设单位负责建立专门的水土保持管理机构，并设专人负责水土保持工作。认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针；加强管理机构人员的有关水土保持法律、法规 and 技术的培训，增强职工的责任心，提高职工的技术水平；组织相关单位做好水土保持资料管理工作。

管理机构负责制定相应实施、检查、验收的管理办法和制度，建立水土保持目标责任制。施工期间，负责协调水土保持工程与主体工程的关系，督促各参建单位按照批复的水土保持方案做好后续水土保持工作，严格控制施工占地，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。水土保持工程完工后，为保证工程安全和正常运行，充分发挥工程效益，制定科学的、切实可行的运行规程。自觉接受地方各级水行政主管部门的监督检查。

8.2 后续设计

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年水利部令第 53 号）第十九条，明确水土保持初步设计、施工图设计的要求。按照《中华人民共和国水土保持法》第二十七条，明确水土保持“三同时”原则。强调《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年水利部令第 53 号）第十六条、第十七条水土保持方案经批准后存在重大变更的，生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案，报原审批部门审批；在水土保持方案确定的弃渣场以外新设弃渣场的，或者因弃渣量增加导致弃渣场等级提高的，生产建设单位应当开展弃渣减量化、资源化论证，并在弃渣前编制水土保持方案补充报告，报原审批部门审批。

（1）后续设计

需要编制初步设计的生产建设项目，其初步设计应当包括水土保持篇章，明确水土流失防治措施、标准和水土保持投资，其施工图设计应当细化水土保持措施设计。《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年水利部令第 53 号）第十九条。

建设项目中的水土保持设施，必须和主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的规定，本水土保持方案经水行政主管部门批复后，建设单位将本方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程后续设计文件中，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。

（2）重大变更

当生产建设项目涉及新增扰动水土流失重点预防区或者重点治理区；水土流失防治责任范围或开挖填筑土石方总量增加 30%以上；线型工程山区、丘陵区部分线路横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度 30%以上；表土剥离量或者植物措施总面积减少 30%以上；水土保持重要单位工程措施发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或者丧失的，生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案，报原审批部门审批。因工程扰动范围减少，相应表土剥离和植物措施数量减少的，不需要补充或者修改水土保持方案。

8.3 水土保持监测

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）要求，方案批复后，生产建设单位应当组织对生产建设活动造成的水土流失进行监测，及时定量掌握水土流失及防治状况，科学评价防治成效，按照有关规定向水行政

主管部门报送监测情况。

方案批复后，建设单位将尽快自行或委托有关机构开展水土保持监测工作。监测单位要对工程实施前的本底值及施工期、植被恢复期的水土流失量、水土保持措施等要进行监测，分析工程建设过程中水土流失各因子的发生、产生的流失量及水土保持措施的防治效果，及时补充、完善水土保持措施，以制定相应的治理方案。

监测单位在监测工作开展前要制定监测实施方案，在主体工程开工 1 个月内向有关水行政主管部门报送水土保持监测实施方案；在监测期间要做好监测记录和数据整编；编制监测季度报告及年度报告，应于每季度的第一个月内报送上季度的水土保持监测季度报告表，每年 1 月底前报送上一年度监测总结报告；在水土保持设施验收前应编制监测总结报告。上述报告应向水利部海河水利委员会报送，同时抄送北京市水务局，并及时提交建设单位。监测单位发现可能发生水土流失危害情况的，应随时向建设单位报告监测意见。

在监测季报和总结报告中应明确“绿黄红”三色评价结论。水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价。三色评价结论是建设单位落实参建单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是流域管理机构和地方各级水行政主管部门实施监管的重要依据。

8.4 水土保持监理

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革，全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号）的要求，凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规划开展水土保持工程施工监理。其中征占地面积在 20hm^2 以上或挖填土石方总量在 20 万 m^3 以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在 200hm^2 以上或者挖填土石方总量在 200 万 m^3 以上的项目，应当委托具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担水土保持监理工作。本项目征占地面积 13.64hm^2 ，挖填土石方总量 27.18 万 m^3 ，因此应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师。

《水土保持监理规范》（SL/T523-2024），生产建设项目水土保持监理工作目标主要包括水土保持方案有效落实、相关工作依法合规、措施实施符合设计及

变更规定、“三同时”落实到位、措施体系完整和功能有效发挥等。

水土保持监理单位进场后，应组建水土保持监理机构，组织编制水土保持监理规划和实施细则。并根据建设单位授权，协助建设单位建立健全生产建设项目水土保持管理制度和体系。水土保持监理主要包括以下内容：

（1）水土保持过程监理主要通过巡视检查、现场记录、发布文件、协调解决等方式，对批复水土保持方案及后续设计确定的水土保持措施开展质量监督、进度监督、投资监督、变更监督和信息管理等工作。

（2）水土保持监理机构应对水土保持措施的工程外观质量及水土流失防治效果、实施进度、投资落实、过程记录等情况进行巡视检查。

（3）水土保持监理机构在巡视检查后，应根据巡视检查情况填写水土保持现场巡视检查记录表，记录巡视检查时间、检查对象、检查内容、检查结果。

（4）对巡视检查发现的问题应及时提出处理和整改意见，并跟踪整改进度和效果，实施闭环管理，水土保持监理机构与监理工作相关单位的工作联络，除日常的沟通协调方式外，还可采取水土保持工作联系单的形式进行。

（5）水土保持监理机构应参与水土保持方案变更和设计变更的管理。

（6）水土保持监理机构应对独立的水土保持分部工程相应工程价款支付签署意见，经业主授权也可对涉及水土保持的相关其他工程价款支付签署意见，意见主要针对工程建设范围及周边是否存在因工程施工产生的水土流失问题、是否采取措施及满足水土保持要求进行签署。

（7）水土保持监理机构应按项目划分对水土保持工程和植物措施的实施进度进行统计。

（8）水土保持监理机构应按分区对临时防护措施实施进度进行统计，确需计量支付的临时防护措施，经建设单位授权后对临时防护措施进行计量和签署支付意见。

（9）水土保持监理机构应对监理日常工作开展情况进行记录，并形成监理日志。根据监理合同约定时间及份数向建设单位提交监理月报，并根据现场监理工作实际需要向建设单位提交监理专题报告。

（10）水土保持监理机构应制定包括文档资料、图片及录像资料的收集、整编、归档、保管、查阅、移交等信息管理制度，设置信息管理人员并制定相应岗

位职责。

(11) 水土保持过程监理成果应包括下列主要内容：水土保持监理报告，包括监理月报、监理工作报告；水土保持监理专题报告、工作联系单、请示、会议纪要、监理通知等文件；各类统计报表、巡查记录和监理日志；影像资料。

8.5 水土保持施工

项目法人须将水土保持工程纳入项目的招投标管理中，并在设计、施工、监理、验收等各个环节逐一落实，合同文件中应有明确的水土保持条款。

在工程发包标书中应有专门章节的水土保持要求，将水土保持工程列入招标文件正式条款中。在招标文件中，建设单位应明确施工单位的施工责任，明确其防治水土流失的责任范围。

主体工程施工水土保持要求：

(1) 施工单位在项目征占地范围内施工，严格控制和管理车辆机械的运行及占压范围，不得随意行使，任意碾压。施工单位不得随意占地，不得随意扩大对地表的扰动范围。

(2) 施工期间施工单位严格控制施工临时占地，禁止超出防治责任范围施工。

(3) 施工期间土方消纳和土方借方要严格按照属地管理要求，建筑垃圾消纳以及工程槽土外运至消纳证上指定的消纳地点，严禁乱堆乱弃。

(4) 施工单位配合地方水行政主管部门对水土保持措施实施情况进行监督和管理，组织学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日起实施）等工作，加强工程建设者的水土保持意识。

水土保持措施施工管理要求：

(1) 水土保持工程涉及分包的，分包合同中明确分包单位防治水土流失的范围、措施、工期。

(2) 施工单位在施工过程中严格控制扰动的范围、落实设计的水土保持措施，避免造成新增水土流失范围。

(3) 施工单位对临时排水设施进行经常性检查维护，保证其防洪效果和通畅。

(4) 已建成的水土保持工程，明确其管理维护要求，确保实施的水土保持

措施发挥最大效益。

8.6 水土保持设施验收

8.6.1 水土保持验收程序及相关要求

(1) 依法编制水土保持方案的生产建设项目，生产建设单位将组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，按照《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133号）以及《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）要求编制，水土保持设施验收报告编制时将依据批复的水土保持方案报告书、设计文件的内容和工程量，明确是否具备验收条件。

(2) 水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位将按照水土保持法律、法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格结论。

(3) 生产建设单位将在水土保持设施验收合格后，及时在其官方网站或者其他公众知悉的网站公示水土保持设施验收材料，对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位将及时给予处理或者回应，公示期不得少于20个工作日。

(4) 生产建设单位将在水土保持设施验收通过后，生产建设项目投产使用前，向水利部报备水土保持设施验收材料。水土保持设施自主验收报备应当提交水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。

(5) 水土保持法第二十七条规定，生产建设项目竣工验收，应当验收水土保持设施；水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投产使用。

(6) 水土保持设施验收应提供的主要资料包括：1)水土保持监测总结报告；2)水土保持设施验收报告；3)水土保持设施建设大事记；4)水土保持方案及相关批文；5)水土保持工程设计和设计工作报告；6)各级水行政主管部门历次监督、检查及整改等书面意见；7)水土保持设施工程质量评定报告。

8.6.2 检查

水土保持监督检查包括自查、互查、建设单位检查、建设单位的上级单位检查、各级水行政主管部门和水利部海河水利委员会的监督检查等。监督检查的内

容包括水土保持方案报批及变更等手续的履行情况；水土保持初步设计、施工图设计落实情况；水土流失防治措施落实情况及防治效果，监测与监理开展情况；水土保持设施自查初验及验收准备情况；水土保持补偿费缴纳情况；生产建设项目水土保持管理情况，发现问题及时处理。

水土保持法第四十七条规定，水行政主管部门或者其他依照本法规定行使监督管理权的部门，不依法作出行政许可决定或者办理批准文件的，发现违法行为或者接到违法行为的举报不予查处的，或者其他未依照本法规定履行职责的行为的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予处分。

附表

投 资 估 算 附 表

估算附表 1

工程名称：74kW 推土机平整场地（表土剥离）

定额编号：01155

定额单位：100m³

工作内容：推平，推土距离 80m。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				749.18
1	定额直接费				726.61
(1)	人工费	工时	4.9	20.63	101.09
(2)	零星材料费	%	11		11.12
(3)	推土机 74kw	台时	3.57	172.10	614.40
2	调整费用	%	6.72		0.75
3	零星工程费用	%	3		21.82
二	综合费用	%	9.43		70.65
三	利润	%	7		57.39
四	税金	%	9		78.95
	概算费用				956.17
五	估算扩大	%	10		95.62
	估算费用				1051.79

估算附表 2

工程名称：人工回填土（表土回覆）

定额编号：12-1-4

定额单位：m³

工作内容：简单清理现场，土层厚度在±30cm 以内的挖、填、找平，搂平耙细等。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				26.12
1	定额直接费				25.35
(1)	人工费	工日	0.153	165.00	25.25
(2)	其他机具费				0.10
2	调整费用	%	6.72		0.01
3	零星工程费用	%	3		0.76
二	综合费用	%	9.43		2.46
三	利润	%	7		2.00
四	税金	%	9		2.75
	概算费用				33.33
五	估算扩大	%	10		3.33
	估算费用				36.66

估算附表 3

工程名称：透水砖铺装

定额编号：04 建园林 12-2-28

单位：m²

施工方法：基底清理、面砖的选砖归类、现场排样等

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	工程直接费				417.12
(一)	直接费				388.02
1	人工费				5.36
	综合工日	工时	0.26	20.63	5.36
	其他人工费	元			
2	材料费	元			381.26
	水泥	kg	3	0.38	1.14
	砂基透水砖	m ²	1.02	365.34	372.65
	M5 干混砂浆	m ³	0.022	262.93	5.78
	其他材料费	元	1.69		1.69
3	机械费				1.40
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台班	0.01	44.95	0.45
	其他机具费	元	0.95		0.95
(二)	其他直接费	%	2.5		9.70
(三)	现场经费	%	5		19.40
二	间接费	%	4		16.68
三	企业利润	%	7		30.37
四	税金	%	9		41.78
	概算费用				505.95
五	估算扩大	%	10		50.60
	估算费用				556.55

估算附表 4

工程名称：铺草卷

定额编号：2-155

定额单位：10m²

工作内容：1.挖坑、修剪、种植、浇水、牵引、清理、施工期间维护等。2.孔内清理、填种植土、栽植等。3.筛土、换土、弃土装车外运。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	工程直接费				172.08
(一)	直接费				165.46
1	人工费				121.61
	人工	工日	0.737	165.00	121.61
2	材料费	元			30.81
	肥料（综合）	kg	0.55	0.06	0.03
	水	m ³	0.6608	8.74	5.78
	柴油	kg	3.2482	7.54	24.49
	其他材料费	元			0.51
3	机械费				13.04
	洒水车 4m ³	台班	0.0003	111.45	0.03
	自卸汽车 8t	台班	0.075	139.87	10.49
	其他机具费	元			2.52
(二)	现场经费	%	4		6.62
二	间接费	%	3		5.16
三	企业利润	%	5		8.86
四	税金	%	9		16.75
	概算费用				202.85
五	估算扩大	%	10		20.29
	估算费用				223.14

估算附表 5

工程名称：栽植乔木（土球苗木 150×100）

定额编号：2-55

定额单位：株

工作内容：1.挖坑、散苗、修剪、涂防腐剂、种植、还土踏实、开堰、捆支柱、拆除箱板、浇水及现场清理等。2.筛土、弃土装车外运。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	工程直接费				685.06
(一)	直接费				658.71
1	人工费				488.79
	人工	工日	2.962	165.00	488.73
	其他人工费	元			0.06
2	材料费	元			103.32
	绑扎绳	kg	1.5	3.25	4.88
	支柱	根	2.2	24.78	54.52
	水	t	1.65	8.74	14.42
	柴油	kg	3.6959	7.54	27.87
	其他材料费	元			1.63
3	机械费				66.60
	汽车起重机 8t	台班	0.13	427.35	55.56
	其他机具费	元			11.04
(二)	现场经费	%	4		26.35
二	间接费	%	3		20.55
三	企业利润	%	5		35.28
四	税金	%	9		66.68
	概算费用				807.57
五	估算扩大	%	10		80.76
	估算费用				888.33

估算附表 6

工程名称：撒草籽

定额编号：2-158

定额单位：10m²

工作内容：1.挖坑、修剪、种植、浇水、牵引、清理、施工期间维护等。2.孔内清理、填种植土、栽植等。3.筛土、换土、弃土装车外运。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	工程直接费				164.59
(一)	直接费				158.26
1	人工费				125.73
	人工	工日	0.762	165.00	125.73
2	材料费	元			29.92
	肥料（综合）	kg	0.55	0.06	0.03
	水	t	0.5608	8.74	4.90
	柴油	kg	3.2482	7.54	24.49
	其他材料费	元			0.50
3	机械费				2.61
	洒水车 8t	台班	0.0003	111.45	0.03
	自卸汽车 8t	台班	0.075	139.87	10.49
	其他机具费	元			2.61
(二)	现场经费	%	4		6.33
二	间接费	%	3		4.94
三	企业利润	%	5		8.48
四	税金	%	9		16.02
	概算费用				194.03
五	估算扩大	%	10		19.40
	估算费用				213.43

估算附表 7

工程名称：密目网苫盖

定额编号：03005

定额单位：100m²

工作内容：场内运输、铺设、搭接。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				382.69
（一）	直接费				354.34
1	人工费	元			206.30
	人工	工时	10	20.63	206.30
2	材料费				148.04
	密目网	m ²	113	1.31	148.03
	其他材料费	%	1		0.01
（二）	其他直接费	%	2.5		10.63
（三）	现场经费	%	5		17.72
二	间接费	%	4		15.31
三	企业利润	%	7		27.86
四	税金	%	9		38.33
	概算费用				464.19
五	估算扩大	%			0.00
	估算费用				464.19

估算附表 8

工程名称：编织袋土（石）填筑

定额编号：03053

定额单位：100m³

工作内容：装土、填筑、堆砌。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				27875.21
（一）	直接费				26472.18
1	人工费	元			23972.06
	人工	工时	1162	20.63	23972.06
2	材料费				2500.12
	粘土	m ³	118	10	1180.00
	编织袋	个	3300	0.4	1320.00
	其他材料费	%	1		0.12
（二）	其他直接费	%	2.5		661.80
（三）	现场经费	%	3		794.17
二	间接费	%	3		837.84
三	企业利润	%	7		2013.62
四	税金	%	9		2770.16
	概算费用				33549.77
五	估算扩大	%			0.00
	估算费用				33549.77

估算附表 9

工程名称：编织袋土（石）拆除

定额编号：03054

定额单位：100m³

工作内容：拆除、回填。

序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				3649.53
（一）	直接费				3465.84
1	人工费	元			3465.84
	人工	工时	168	20.63	3465.84
2	材料费				0.00
	粘土	m ³			0.00
	编织袋	个			0.00
	其他材料费	%	3		0.00
（二）	其他直接费	%	2.5		86.65
（三）	现场经费	%	3		103.98
二	间接费	%	3		109.69
三	企业利润	%	7		263.63
四	税金	%	9		362.68
	概算费用				4392.47
五	估算扩大	%			0.00
	估算费用				4392.47