

浅谈直立边坡在核电施工技术的应用

姚 鹏

国核湛江核电有限公司 广东湛江 524000

摘 要: 直立边坡首次在核电深基坑应用可以有效提高结构的稳定性, 减少施工中的安全风险。文章对廉江核电 1 号机组核岛深基坑支护施工难点的分析作为基础, 简要介绍项目建设施工中的重点、难点。最后提出核电深基坑支护施工技术在实际应用中的注意事项, 为加强技术应用成效奠定良好的理论基础。

关键词: 核电; 深基坑; 支护技术

广东廉江核电项目 1 号机组核岛周周开挖了基坑, 其边坡侧壁上部土质主要为风化程度很强的砂岩及粉砂质泥岩夹层, 下部的土质基本是中等风化砂岩以及风化程度中等的粉砂质泥岩土质, 表层覆盖有部分粉质粘土及素填土层, 局部边坡分布有强风化安山玢岩岩脉, 核岛区岩体中等风化砂岩为较软岩, 较破碎, 岩体基本质量等级为 IV 级, 中等风化粉砂质泥岩为软岩, 较破碎, 岩体基本质量等级为 V 级, 雨水易软化。采用传统核电大放坡开挖技术, 边坡防护难度大, 且存在滑坡风险, 结合厂址地域特性, 对廉江 1 号机组核岛采用排桩 + 预应力锚索支护、排桩 + 桩顶拉结支护、锚杆 + 喷射混凝土面层防护形式, 不仅减少基坑暴露时间, 还减少现场开挖及回填土方量, 从根本上提高核岛边坡的稳固性。

一、桩 - 锚直立边坡的支护施工难点

在边坡施工过程中, 对于底板成型的质量有着很高的要求。相关人员进行科学设计, 同时, 现场施工人员在开挖基坑时不能浅挖, 边坡不能超出边线的 200 mm, 底部开挖也不能超过 200 mm。此项工程边坡开挖区域内土质主要是中等风化砂岩及中等风化程度的粉砂质泥岩, 部分区域还存在经过多次强风化形成的安山玢岩岩脉、强风化的砂岩及强风化后的粉砂质泥岩透境体。在开挖施工中, 极易使边坡和底板岩体沿层理面松动而产生超挖现象, 因此, 确保边坡、底板的成型质量重点。

雨季施工。廉江核电项目工程其地理位置处于热带和亚热带, 气候条件也为热带及亚热带气候, 雨量大且处于不均匀状况, 季风较多, 在夏秋季节多有台风暴雨条件。其施工区域年均降水量为 1735.5mm, 年最大降水量为 2539.7mm, 月最大降水量为 982.4mm, 连续均次最大降水

量为 510.7mm, 且持续时间为 26 天。本工程负挖的基坑为全场地势最低区域, 降雨全部通过地表汇流至基坑, 导致基坑积水, 负挖施工无法正常开展, 而且受降雨影响, 道路湿滑, 影响土石方运输作业安全。

基底清理难度大。地质主要为强风化泥岩、砂岩, 以及中风化粉质砂岩和微风化砂岩, 根据 1# 核岛及临近其他子项开挖情况, 此类地质遇水即软化, 且岩体结构面呈层理发育, 薄层状结构, 层理面多为泥质胶结, 在开挖后边坡沿着层理坍塌。附属厂房地下室部分存在缝隙水, 基坑清理极为困难。

二、廉江核电直立边坡施工技术

1 号核岛支护桩共有 137 根, 根据核岛基坑设计形状分为 7 个断面。

1. 排桩 + 预应力锚索支护技术

现场在排桩施工完毕后, 去除表面松土及不稳定石块后开始锚索施工。

(1) 专业测量人员依据图纸要求, 定位好锚索孔, 并予以编号, 采取有水作业钻进方法来施工。在钻进过程中还要让泥浆水通过钻杆中心, 顺利流到孔底部。还要及时排出钻削过程中水流带下来的土屑等杂质, 让其通过钻杆及套管的孔隙处排出。钻进过程中, 施工人员要持续冲洗供浆, 让孔口水位始终处于规定水位, 还要依照相应的地质条件来对钻进速度进行科学控制。当钻到一定的深度后, 则可借助泥浆来反复冲洗钻孔中的泥砂, 其钻孔长度要大于设计长度。钻孔施工完毕, 还要及时清理干净孔内残留的泥浆、泥皮及沉渣, 确保预应力锚索的锚固。

(2) 安装锚索时, 还要顺直杆体, 以均匀速度插入孔中,

不能对岩壁进行搅动。杆体插进孔内的深度要与锚索的设计长度相符合，杆体安放后要保持正确状态，不可敲打及悬挂重物。安装完毕锚索后，还要利用水泥净浆来实施两次注浆，第一次按压时，以常规速度来按压注浆，将水泥的净浆通过胶管灌入孔内，管端要比底部高 200mm，其注浆压力保持在 0.5 ~ 0.6MPa，当孔口有纯水泥浆出现时，则结束第一次常压注浆。等注浆初步凝固后再进行第二次高压注浆，其压力保持在 1.5 ~ 2.0MPa，这样可冲开常压后形成的强锚固体。

(3) 安装钢腰梁、锚定钢板、锚具、千斤顶及工具锚。对于锚定钢板中的锥形孔及夹片的安装，在操作前要对其进行清洁，以保持其表面清洁度，方便尽快卸下工具锚，在锚具表层还可涂上少量润滑剂。工具锚板上孔其位置要与前端工作锚孔的排列位置一致，不能让千斤顶的穿心中发生钢绞线交叉现象。锚索张拉施工前，先预张拉各股钢绞线，让锚索各钢绞线得到均匀受力，保持平直状态，且让其荷载锁定于锚定钢板上。让各锚索一起张拉到超张拉荷载状态。主要通过拉力来进行张拉控制，再通过伸长值校核。在操作中要对各层级张拉控制力保持在相应时间内再开展下一层次的张拉，让最后层级的张拉力保持一定时间，让其更具稳定性，再予以锁定。排桩 + 预应力锚索支护技术需要严格控制锚索孔成孔、锚索张拉。

2. 排桩 + 桩顶拉结支护技术

在桩基施工完成后，开始冠梁施工。(1) 将 H、L 桩剖面开挖至强风化岩换填至冠梁底标高，其余剖面支护桩顶部土方开挖至冠梁底 10cm 标高处，H 剖面距离核岛一侧桩最外边开挖宽 2m，L 剖面与核岛侧桩最外边的开挖距离宽度要达到 2m。开挖至底部处于 20cm 处时，则要进行人工清进，不能让基底土扰动。桩间土可让人工与小挖机相配合的形式来予以开挖；(2) 在破桩头前，要对桩顶标高进行科学测量，可用油漆做上标识，再依照桩顶标高，利用卷尺来对要破太远头的高度进行科学测量。在开凿过程中要能露出坚实的混凝土面，整个凿除过程要对桩顶标高进行严格控制，不能让下部混凝土层受到损伤。凿除桩头时，其桩头高度按桩头伸入冠梁 5cm、允许偏差 -3 至 0cm 控制，增加冠梁和桩基间的抗剪能力，同时核岛开挖后，要让后冠梁与桩基接触处的外观质量不断提升。(3) 对钢筋予以绑扎时，还要对钻孔桩的钢筋长度进行检查，让桩体钢筋锚入冠梁部分与设计相一致。施工人员要将冠梁与排桩界面处的泥

土等杂质及松散层清理干净，还要让桩顶保持清洁状态，以防止出现冠梁连接时出现施工缝隙，以出现渗漏面，让其防水防渗性能更高。(4) 科学安装模板，合理浇筑混凝土。

落实排桩 + 桩顶拉结支护技术需要严格控制开挖标高，冠梁主筋与连接区纵向钢筋连接。

3. 锚杆 + 喷射混凝土面层防护技术

核岛附属厂房边坡（桩锚护坡）采取锚喷防护，对岩体破碎的开挖面增加锚杆加固措施。(1) 采用全粘接锚杆，Φ25 锚杆，长度 8 米，锚孔直径 90mm，孔深 8.05m，锚杆孔内全长灌注 M35 水泥净浆，设置角度 15°，系统锚杆端部做成向上的弯钩；(2) 系统锚杆位置的挂网钢筋布置龙骨筋，龙骨筋与挂网钢筋网片焊接成整体。岩石面挂网钢筋 Φ8@200，非岩石面挂网钢筋 Φ8@150，钢筋保护层厚度要大于 25mm；(3) 对坡面的混凝土进行科学喷射。混凝土喷射采取两次喷射一次成形的施工工艺，第一次实施喷射后形成第一层混凝土，让其保持终凝状态，再来开展第二次混凝土喷射，应确保第一层混凝土不会因为第二层混凝土的喷射出现变形垮塌，确保混凝土喷射面层的稳定性，钢筋网片距离理论壁面间隙宜为 30mm，喷射完成后做好养护工作。

三、核岛深基坑支护施工注意事项

1. 做好前期准备工作

核岛深基坑支护技术在实践操作当中都需要满足相应的要求，技术人员开展工程项目建设施工作业之前，要预先进行准备，按照项目建设要求来进行严格施工，同时还要准备好施工中需要利用的材料、设备等，并且掌握工程项目建设施工中需要利用的主要技术方法，避免其在实践操作中产生问题影响施工效果。不同的施工场地呈现出来的地质条件和自然环境等都存在一定的差异，技术人员应掌握工程项目建设施工文件资料内容，做好现场勘查工作，将其作为深基坑支护施工的主要数据和资料来源。深基坑支护技术的实施会受到工程数据信息的影响，因此，技术人员要关注数据分析工作的开展，对涉及到工程施工的数据进行周密处理，避免出现实际数据与施工情况不匹配的问题。

2. 落实土方开挖施工

要开展深基坑支护施工，就需要在基坑支护之前进行土方开挖，这个环节的工作形式和成效会对深基坑支护质量产生直接影响。由于核岛的体量较大，因此土方开挖的工程量也非常大。技术人员在开挖土方之前应合理规划土方的运

输路线, 考虑开挖和运输过程中的影响因素, 预测施工量, 做好相应的处理, 避免出现多挖或者少挖的现象, 否则会对基坑施工质量和效果造成较大的影响。

3. 重视支护监测

深基坑支护施工的整个过程都应该处于严格的监测管理当中, 避免技术人员在实践操作中出现失误。施工单位应组织管理人员重视支护监测作业的开展, 严格按照规范落实每一个环节的工作, 促使技术人员在落实每一项技术操作时都可以满足规范化要求。相关人员要对支护作业进行严密监测, 尤其是对于深基坑应变和沉降施工过程进行重点监管, 分析周围的自然环境是否会对工程项目建设施工造成影响, 预测施工过程中可能产生的问题, 并且构建科学的解决预案, 一旦在深基坑支护施工中出现问题就及时采取可靠的措施予以应对。监测人员应对重要部位加大监测力度, 提高监

测频次, 掌握工程项目建设施工现场的实际情况。

四、结语

深基坑支护施工技术在核电工程中的应用要求技术人员掌握专业的技术操作形式, 做好施工前的准备工作及施工中的临测管理工作, 科学开展土方开挖施工作业。监测人员也要对深基坑支护施工技术的落实进行合理监测, 把控施工现场的情况, 全面提高深基坑支护施工质量。

参考文献

- [1] 代丽华, 孙荣强. 小湾水电站进水口直立边坡开挖支护施工技术 [J]. 内蒙古水利, 2021(03):37-38.
- [2] 王行仁, 赵龙飞, 李越. 泸定水电站 3 号消力池直立边坡管桩加固施工技术 [J]. 水力发电, 2021,37(05):57-58+62.
- [3] 建筑边坡工程技术规范.
- [4] 岩土锚杆(索)技术规程.