

华银铝业氧化铝一期工程厂区地质条件和对岩土工程的影响及建议

谷 懿, 胡本涛, 胥建华

(成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059)

摘 要: 华银氧化铝一期工程厂区位于广西西南部, 该地区岩溶较为发育, 地质情况比较复杂。介绍了厂区的地质条件, 分析了不利地质条件对岩土工程的影响。最后就对岩土工程的影响提出了解决问题的一些建议。可作为类似岩溶地区工程的参考。

关键词: 地质条件; 岩溶; 影响; 处理措施

中图分类号: TU 452

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0193-03

Suggestion for the Influence and Geological Condition of the First Period of Al_2O_3 Engineering Project for Guangxi Huayin Aluminium Corporation Ltd Build

GU Yi, HU Ben-tao, XU Jian-hua

(The College of Environmental and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The factory is located in the southwest Guangxi Province. Karst has strongly developed and geological condition is complex in this area. The geological condition of the factory are presented and the disadvantageous influence on geotechnical engineering is analyzed, some advise is presented for the engineering. It will provide reference for the other engineering that has similar geological condition.

Key words: geological condition; karst; influence; measure

1 引 言

广西华银氧化铝基地, 是我国铝工业一次性投入最多、规模最大的铝工业项目。其中氧化铝一期工程投资超过 94 亿元, 年产 160 万 t 氧化铝。广西华银氧化铝一期工程是国家西部大开发的重大项目。该工程的全面启动, 标志着广西建设以铝工业为主的白色新工业基地的战略部署进入全面实施阶段。建设场地的地质条件对华银氧化铝一期工程的质量、建设进度都有至关重要的影响。但在华银氧化铝一期工程的建设中遇到了一些不利的地质条件, 它对工程的建设造成了影响。

2 厂区工程地质条件

2.1 自然概况

地处广西区西南部百色地区的德保县位于东经 $106^{\circ}09' \sim 106^{\circ}59'$, 北纬 $23^{\circ}01' \sim 23^{\circ}39'$ 。东与田东县、天等县接壤, 西与靖西县相连, 北同田阳县、百色市毗邻。

德保县境西北部为云贵高原余脉, 最高峰黄连山, 海拔 1 616 m; 东南属云岭山系, 摩天岭丛山环绕, 最低山岭海拔 912 m, 全境西北高, 东南低, 鉴河由西到东贯穿全县中部, 形成一块狭长的谷地。全县以喀斯特地貌为主。主要有峰林谷地、峰丛洼地、土被山三种基本类型, 其中又以石山为主。年均降水量为 1 462 mm, 全县共有河流 31 条, 主要河流为鉴河, 县内流程全长 76 km, 流域面积 2 166 km²。

2.2 厂区的地形、地貌

厂区属峰丛-溶蚀洼地地貌单元。洼地东西长约 9 000 m, 南北宽 2 000 m, 呈椭圆形, 面积约 18 km² 覆盖型, 底部平坦。建筑物多位于洼地的底部, 孔口标高介于 682.60 ~ 678.58 m 原料磨子顶北侧为孤峰, 铝矿卸矿及运输子项更局部位于孤峰之上, 地面标高 688.32 ~ 724.45 m, 目前两座孤峰都正在开挖之中。

四桥河从厂区的南侧蜿蜒而过, 常年流水, 河床窄而浅。

2.3 地质构造特征

厂区位于坡洪-德保构造带内的汉龙背斜西翼, 岩层为单斜岩层, 产状 $260^{\circ} \angle 30^{\circ}$ 。汉龙背斜位于德保县城东北部, 中部呈近南北向, 南北端分别向南南东、北北东向弯转, 略呈弧形展布, 与东西走向近乎垂直。背斜南北长约 6 km, 东西宽约 22 km, 轴部岩层较平缓, 倾向 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。两翼较对称, 轴面直立。

厂区位于东西向构造带和坡洪-德保构造带所挟持的地块内, 受其影响, 次一级构造发育。断层位于厂区中东部, 走向近南北, 倾向西, 宽 140 ~ 150 m, 贯穿整个厂区。

2.4 地质岩性

厂区内分布的地层主要有植物层(Q_4^{pd})、第四系坡-洪积层(Q_4^{dl+pl})黏土、坡-残积层(Q_4^{d+d})红黏土、碎石, 下伏上泥盆统(D_3)白云质灰岩、灰岩及角砾状灰岩。现将各岩土层的岩性特征分述如下:

* 收稿日期: 2006-03-03

作者简介: 谷 懿(1982-), 男, 硕士研究生, 地质工程, 研究方向: 岩土钻掘技术。

(1) 植物层¹：杂色,主要由黏性土组成,富含植物根系,局部含碎石。多为耕土,结构松散。该层遍布于场区的表层,层厚 0.20~ 2.40 m。

(2) 第四系坡—洪积层(Q_4^{dl+pl})黏土④:灰黄、灰、褐黄色,含少量的铁锰质结核,局部夹 15% 的圆砾,可见网纹状结构。

(3) 第四系坡—残积层(Q_4^{dl+el})

红黏土④:褐红、褐黄色,顶部裂隙发育,含少量的铁锰质结核,局部含较多强风化灰岩碎石、块石。

碎石 $\frac{1}{4}$:褐红、褐灰等色,主要由强风化灰岩组成,棱角形,一般粒径 30~ 140 mm,含块石 5%~ 15%,充填黏性土 20%~ 35%,颗粒坚硬;湿—很湿,稍密。主要分布于岩层顶部或溶洞、溶槽、溶沟内,层厚 0.30~ 6.60 m。

(4) 岩溶

空洞 $\frac{1}{2}$ g:为土洞或溶洞,无充填物;揭示洞高 0.20~ 8.10 m。

黏土 $\frac{1}{2}$ l:为溶洞、溶槽、溶沟、裂隙充填物,部分含较多碎石或腐殖质,多呈很湿—饱和,软塑—流塑,局部为稍湿—湿,硬塑—可塑。

(5) 泥盆系上统(D_3)

角砾状灰岩 $\frac{3}{4}$ (断层):灰白夹铁红色,角砾状结构,块状构造,裂隙发育,多被方解石充填胶结,部分裂隙面见有铁锰质浸染。

白云质灰岩③:灰色,隐晶结构,厚层状构造,节理裂隙发育,多被方解石充填胶结,部分裂隙面见有铁锰质浸染。

石灰岩(t_2):灰色,隐晶结构,厚层状构造,节理裂隙发育,多被方解石充填胶结,部分裂隙面见有铁锰质浸染。

2.5 厂区分水文地质条件

2.5.1 地表水

厂区内地表水系发育,鉴河支流四桥河从厂区的南侧蜿蜒而过,常年流水,河床窄而浅。四桥河主要由众多岩溶泉及溶洞暗河岩溶水汇流而成,其中最大的泉水为著名的马隘“叫泉”(流速 0.37 m/s,流量 0.11 m³/s)。该河自西向东流经厂区后,于坡堂村附近有分成三条支流,分别于的德保县城附近汇入鉴河。厂区内还分布有间歇性溪流,汇入四桥河,水量为季节降水控制。

总体上看,由于厂区地势平坦,地表水的水流坡降小,河床浅,河曲多,厂区河流的流速约为 0.165 m/s,流入厂区的总水量约为 0.668 m³/s,流出厂区的总水量约为 0.746 m³/s,流出水量大于流入水量是因为有地下水以上升泉的形式流出。

2.5.2 地下水

厂区地下水主要为上层滞水和岩溶裂隙水,前者赋存于厂区近地表植物层、人工填土层及黏性土之内,水量小,无统一自由水位线,呈零星分布;后者分布于基岩裂隙中,具承压性,补给来源为上游、深层承压裂隙水和地表水。测得其稳定水位埋深为 0.60~ 6.40 m,受大气降水和地表水的影响,水量和水位变化都较大,且对降水反应灵敏。

2.5.3 水的渗透性

为了解厂区地下岩溶裂隙水特征,在厂区内选取 3 个钻孔进行了抽水试验,渗透系数分别为 12.30、17.70、38.60 m/d。试验结果显示各岩层的渗透系数差异较大,表明厂区内岩层的渗透性强弱受岩溶裂隙发育程度的控制。

3 厂区分不良地质作用

3.1 岩溶

厂区下伏的基岩为可溶性的碳酸岩—灰岩、白云质灰

岩,为岩溶发育提供了物质基础;厂区东西向构造带与德保—坡洪断裂带所挟持的地块内,次一级的断层及裂隙发育,给地下水的运动提供了空间;厂区抵触云贵高原与桂东溶原的过度带,地势决定了地下水的径流强烈。场区属亚热带湿润季风气候,雨量充沛,大气降水大部分通过峰丛区的落水洞、洼地、出露的溶蚀裂隙渗入地下,所有这一切均为岩溶的发育提供了有利条件。

厂区内的第四系覆盖层厚度较大,在钻探揭露的深度范围内,下伏基岩钻孔岩溶能见率为 25.4%。总体上厂区岩溶发育,属覆盖性岩溶。

3.1.1 岩溶形态

厂区所处峰丛—洼地的平坦底部,第四系覆盖层厚度较大,为覆盖型岩溶区。厂区内发育有孤峰、溶沟(溶槽)、溶蚀裂隙、溶洞、溶斗、落水洞、溶孔、孤石、岩溶泉等岩溶形态,其中覆盖型岩溶的形态主要为溶沟(溶槽)、溶蚀裂隙、溶洞、孤石、石芽。

孤峰:厂区内分布有两座,一座位于厂区北西侧,铝矿卸矿及运输局局部位于该孤峰之上,制高点标高 725 m,相对高度 28 m;的原料磨子顶北侧孤峰峰顶标高 712 m,相对标高 24 m,目前两座孤峰都正在开挖之中。

3.1.2 岩溶发育特征

根据勘查数据结合岩层结构面产状分析,垂直的节理裂隙发育是岩溶发展的主要通道,岩层的物质组成和层理结构面倾向为岩溶发育提供场所,降水量充沛、地下水与地表水互为补给岩溶发育的载体。

厂区内的地下岩溶具有以下特征:

(1) 揭露深度范围内 1 030 个钻孔中共有岩溶现象的钻孔总共有 262 孔,能见率为 25.4%。为覆盖型岩溶区。

(2) 场区内的岩溶形态以溶洞及溶蚀裂隙为主。溶蚀裂隙主要发育在深度 10 m 以内,溶洞则发育在深度 10~ 15 m。

(3) 浅层岩溶发育,在钻探揭露的范围内,岩溶主要发育在 0~ 15 m 范围内,总的岩溶形态占总数的 91.9%。

3.2 断裂

断层位于场区中东部,走向近南北,倾向西,系区域性东西向构造带和坡洪—德保断裂带的次一级断裂,为非全新活动断裂。

3.3 特殊性土

厂区地处亚热带,环境湿润,下伏的碳酸岩类岩石经风化形成红黏土,并具有不同程度的膨胀潜势。厂区内分布的第四系坡洪积、坡残积土的自由膨胀率值分别为 17%~ 65%、28%~ 91%,平均值分别为 38% 和 45%,具弱膨胀潜势。

附:大气影响深度及大气急剧影响深度计算

$$\Psi_w = 1.152 - 0.726a - 0.00107c$$

式中: Ψ_w ——膨胀土湿度系数; a ——当地 9 月至次年 2 月的蒸发力之和与全年蒸发力的比值; c ——全年中干燥度大于 1.00 的月份的蒸发里与降水量差值的总和。

由上式计算可得百色、田东膨胀土湿度系数 Ψ_w 分别为 0.75、0.80,查表可知其大气影响深度 $d_a = 3.5$ m,大气急剧影响深度为大气影响深度的 45%,即 1.575 m。(a、c 数据由《膨胀土地区建筑设计规范》附录二可得)

4 不良地质作用对厂区及地基稳定性影响

4.1 厂区稳定性评价

场区地处峰丛—洼地的平坦底部,地形大多较为平坦,地势开阔,场区北侧、北西侧的孤峰相对高度 24~ 28 m,均

由厚层状的灰岩、白云质灰岩构成, 坡体的自稳性好, 未见有崩塌、滑动迹象, 对厂区的稳定性不构成影响。

厂区内的岩溶较发育, 形态主要表现为垂直发育的溶蚀裂隙和覆盖性的溶沟溶槽, 岩溶发育具有数量多, 埋藏浅、规模不大的特点, 整个厂区内的岩溶现象主要分布在 5 个岩溶发育带, 各发育带之间分布不连续。综上, 岩溶对厂区的稳定性不构成影响。

断层位于场区中东部, 走向近南北, 倾向西, 系区域性东西向构造带和坡洪—德保断裂带的次一级断裂, 为非全新活动断裂, 对厂区的稳定性不构成影响。

4.2 地基稳定性评价

厂区位于覆盖性岩溶区, 属不均匀的土岩组合地基, 场区内的硬—可塑的黏性土均具有良好的工程性能, 可作为天然地基土, 但其具有弱膨胀潜势, 局部地段土体内更零星分布有土洞; 下伏的基岩为较硬岩, 基岩面起伏较大, 岩溶发育, 岩溶形态主要为溶洞、溶蚀裂隙及溶蚀沟槽。

综上土洞及溶洞的存在对地基的稳定性有着不同程度的影响, 为影响地基稳定性的不利因素。

5 工程中应注意的几个问题及处理方法

5.1 工程中应注意的几个问题

(1) 场区地处峰丛—洼地的平坦底部, 地势相对低洼, 现有地表与整平标高相差约 2 m, 整平后天然的地表水、地下水排泄系统将不可避免的被改变, 工程中应采取相应的截排水措施, 将地表水迅速疏导出厂区; 同时应避免在厂区内及附近大量抽取地下水, 确保地下水位的相对稳定, 避免地下水位频繁的消涨, 引起岩土体失稳。

(2) 采用人工挖孔桩或大面积开挖时, 应充分考虑地下水对施工的影响, 并采取必要的支护措施, 确保施工安全。

(3) 由于厂区岩溶发育, 多为土岩组合地基, 当同一建筑物的基础置于不同的岩土层上时, 应考虑其差异沉降的影响。

(4) 工程建设期间及运行中应按规定进行监测, 重点在于监测地面变形、地下水的动态变化、场区及附近的抽水情况; 避免地下水变化引发进一步的土洞和塌陷发生。

参考文献:

[1] 张倬元, 王士天, 王兰生, 等. 工程地质分析原理(第二版)[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
[2] GBJ112— 87, 膨胀土地区建筑设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1989.
[3] 杨位洸, 等. 地基及基础(第三版)[M]. 北京: 中国建筑出版社, 1998.

(上接第 192 页)

4 结 论

(1) 防风网后风速变化分析结果表明: 在防风网后 2H 平距范围内, 属风速减小区, 且近地面风降低比率较大; 2H

参考文献:

[1] Steven B. Windbreaks[M]. Melbourne: Reed International Books Pty Ltd as Intaka Press, 1998.
[2] 林官明, 叶文虎. 防风网泄流区湍流的子波分析[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2003, 39(5): 734.
[3] 矫江. 日本北海道的防风网[A]. 世界农业[M]. 1987. 35.
[4] 沈熹, 防风网防尘技术在露天煤堆场的应用研究现状及对发展我国防风网防尘技术的建议[J]. 交通环保, 1995, (16): 22.
[5] 孙庆英. 塔衣防风网[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 1986, (3): 46.
[6] 刘志, 王献孚. 通过防风网流动数值模拟[J]. 交通环保, 1990, 11(6): 1— 3.
[7] 李玉江, 吕焕更. 在秦皇岛港 8#、9# 号煤码头设置防风网的论证研究[J]. 交通环保, 1993(4— 5): 35— 37.
[8] 李明水, 陈立, 王奇志. 秦皇岛港煤堆场防风网风洞试验报告[R]. 绵阳: 中国空气动力研究与发展中心低速空气动力研究所, 2002.

5.2 处理方法简介

(1) 不均匀地基的处理。优先考虑地基土处理为主的措施, 采用改变基宽、调整相邻地段基底压力, 增加基础埋深, 使基底可压缩土层厚相对均匀; 对基地下的溶蚀孤石和外露的石芽, 可采用压缩材料的褥垫处理, 对土层厚度、状态分布不均的地段, 用低压缩的材料作置换处理。

(2) 基底下溶洞的处理。视溶洞的大小采用梁、板、拱结构跨越溶洞, 用混凝土填充或置换溶洞中软弱土层。也可采用洞底支撑或调整柱距等方法。

(3) 基底下土洞的处理。对于土洞的处理应首先治水, 如杜绝地表水大量集中渗漏, 稳定和控制地下水的动态变化。对顶板较薄的土洞, 可清除其软土后用块石、碎石、砂土、黏土自上而下做反滤层; 对埋藏较深的土洞, 可用梁板跨越土洞或用混凝土灌注土洞及岩溶通道。

(4) 膨胀土的处理。基础埋置深度应大于大气急剧影响深度 1. 575 m; 同时对建筑物的周围应作好地下水道管网的防漏措施; 必要时可采用砂、卵石进行换填, 垫层厚度不应小于 300 mm; 或调节散水宽度, 散水宽度宜大于 2 m。

6 结论与建议

(1) 厂区地形平坦, 地势开阔, 场区内未见大的控制性断裂存在, 也未发现有全新世活动断裂, 已有的不良地质作用通过适当的方法治理后, 适宜建设。

(2) 厂区内的植物层结构松散, 软—流塑的黏土、红黏土力学强度低, 不宜作为天然地基土, 其余各岩土层均可作为天然地基土。

(3) 厂区内分布的第四系土层具弱膨胀潜势。建议基础埋置深度大于大气急剧影响深度(1. 575 m); 同时作好地表和地下水道管网的防漏措施; 必要时可采用砂、卵石进行换填, 垫层厚度不应小于 300 mm; 或适量加大散水宽度。

(4) 工程建设及运行中应按规定进行监测, 重点在于监测地面变形、地下水的动态变化、场区及附近的抽水情况、地下水变化对土洞和塌陷发生的影响。

~ 15H 范围内, 属风速递增区, 近地面增大比率略高。

(2) 防风网防风效能分析结果表明: 防风网防风效能能在同一高度随平距增大递减, 同一平距内随高度的增加防风效能递减, 平距 15H 左右防风网失去“防风抑尘的作用”。