

# 沙隆达盐矿地面沉降监测与分析

胡冰 谢灯兵

(荆州市城市测绘大队,湖北 荆州 434000)

**摘要:**监测沙隆达盐矿自投产以来的地面变化,沉降速度缓慢,沉降量小,而且均匀。自然动力地质因素和水文地质因素是导致沉降的主要原因。

**关键词:**地面沉降 监测 分析

湖北沙隆达集团是我国一家重要的化工企业集团,为国家的经济建设和企业所在地都作出了很大的贡献。沙隆达盐矿是集团的原料生产基地,位于长江之滨,城市近郊,与国家重点保护堤防——荆江大堤相距不到 2 km,距城市的朝阳街道办事处辖区 1 km,在城市规划区域内,地理位置十分重要。盐矿开采层面在地下 2300~2700 m,通过注入地下水溶解矿体成卤水后提取。随着集团生产规模不断扩大,卤水的开采量也逐渐增加。为了确保紧邻的荆江大堤和城市的安全,也为了盐矿自身的安全生产和持续开采,盐矿在投产之初,就进行了地面沉降监测。

矿区的地面沉降监测采用了国家 II 等精密水准测量方法。在矿区以平均 400 m 间距布置 1 个水准点构成监测网,且在盐井和深水井 50 m 范围内都布设有点,另在矿外南北两地各设一监测基点。在实际作业时将该监测网与城市 II 等水准网并网连测。由于城市基本水准网除为城市建设服务以外,还担负监测荆江大堤和城市地面沉降的任务,网中有 4 个国家 I 等水准点,标石为钢管桩,桩端持力层在卵石层。长委会在引用其成果时,从 1965 年至今都作无沉降考虑。同时该点离盐矿 14 km,因此盐矿监测网的基点实际为国家 I 等基本水准点。监测工作自 1992 年盐矿实采时开始进行,初定为 5 a 1 个周期,1998 年长江特大洪水后,为确保相邻的荆江大堤的安全,也为研究洪水对盐矿地面的影响,在 1999 年分季观测,其后减为半年、1 a 观测 1 次。

测量工作依《一、二、三、四等水准测量规范》和《城市测量规范》进行。1992 年、1997 年观测成果在城市 II 等水准网中统一平差,精度如下表:

时间	每千米高差中误差		相对起始点的最弱点中误差
	偶然中误差	全中误差	
1992 年	±0.59	±0.80	±2.0
1997 年	±0.61	±0.68	±2.2

注:表中数据单位为 mm。

1999 年后监测网与水准基点或国家 I 等基本水准点间直接进行沉降监测,其环线闭合差全部小于限差的三分之一, $M_{\Delta}$ 、 $M_w$  分别为 ±0.61 mm 和 ±1.48 mm,从变形监测的结果来看,矿区地面总的趋势是有沉降,但沉降量很小,同时呈现逐年增加。1992 年至 1997 年沉降 1.6 mm,1998 年至 1999 年 2.9 mm,2000 年至 2002 年 4.2 mm。在矿内,地面沉降比较均匀,矿井附近与矿内其它地区沉降差异不大;深水井附近略大一些,但平均也只比其它区域多 0.3 mm。在 1 a 内,地面沉降随季节变化有微小差别,夏季洪水期,地面表现不沉降,甚至出现负沉降,其它季节均表现为下降。但由于沉降值与回弹值都很微小,因此 1 a 内的沉降值变化也不是很大。综上所述,可以明确得出盐矿地面沉降速度缓慢,矿区沉降均匀,随季节变化不大,矿区地面稳定安全的结论。

造成这一现象的原因是多方面的。

第一,从自然动力地质的原因方面分析,矿区地质构造属华夏系第二沉降带江汉沉降区江陵凹陷,该区

域自第三纪以来,随江汉平原一起下沉,至第四纪仍以沉降为主,并发育出河湖相沉积。矿区内第四系地层由卵石、砂、粘性土等组成松散沉积层,厚达 130 m。其中下部为更新世卵石层,沉积近百米;上部为砂层和粘土层,砂层较单薄,兰灰色粘土层质地粘重,地表为黄色硬壳粘土。河湖相深厚的松散沉积反映了近期地表以下降为主的运动趋势。但近百米厚的卵石层密实度较高,沉降量会很小,粘性土颗粒小,结构松散,沉降量相对较大,土层厚度单薄,故总沉降量也不会很大,而且本区域冲积相土层随着时间的推移,至今已渐趋稳定。因此,从自然动力地质方面,很容易解释地面会有大面积的总体沉降,且均匀而微小的现象。

第二,从水文地质方面的分析,也能找到矿区地面持续缓慢下沉的原因。根据盐矿地下水的开采深度,影响矿区地表垂直变化的水文因素应为承压水和潜水,当然大气降水和地表水也能通过对潜水的影

响来对地。面沉降发挥作用,但因矿区地表水丰富,它不会成为影响地面下沉的诱因。承压水主要受长江水的补给,并与潜水有一定联系。长江水在此地洪水期可达 45 m(吴淞高程,下同),1998 年峰值达到 45.62 m,枯水时也有 31 m,年平均值 36.5 m。承压水受江水涨落而升降,地下水过程曲线与江水涨落过程曲线相似,其比降距长江近大远小,高水大低水小,在洪水季节不仅砂卵石层内的承压水可得到充分补充,还将产生越流,补充上层潜水。因此承压水非人为过量开采,一般会保持稳定。矿内深水井不多,井深 75~90 m,正在承压水含量丰富的卵石层内,且开采量不大,平均单井日采水 300 余吨,受长江水的压力影响,通过底下径流能很快予以补充,这样就不会引起承压含水层的明显压力衰减而在深水井周围形成降水漏斗导致地面明显下降。

图 1 为盐矿附近长江承压水比降实测曲线图:

从图上曲线走势可以推断,在距长江 2km 地方

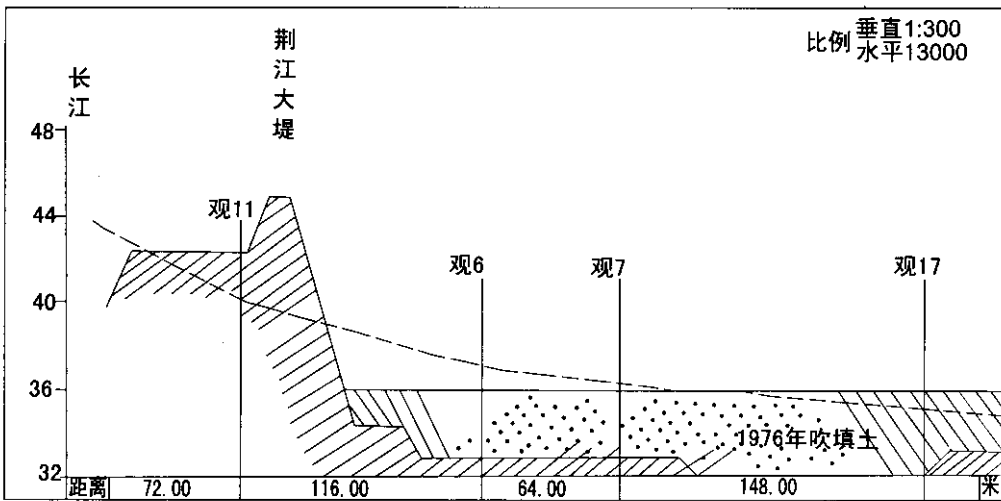


图 1 承压水比降曲线图

的地下 50 m 处,常年均可得到江水补充。

矿区潜水主要埋藏在上部粘性土层内,潜水的流失将会导致粘性土层固结而引起地面沉降。矿区内有丁家湖,范家渊大湖也相距甚近,水量丰富。在正常年年均大气降水 1130 mm,加上长江的影响,故而矿区地下潜水常年较为丰富,枯水季节亦浅至地下 2.5 m 左右。由于潜水水位高,地表上层滞水流失量小,这就保证了地表硬壳层下的粘性土层不会大量失水固结而引起明显地面沉降。这是矿区地面相对稳定,沉降量小的又一个原因。

矿区地面 1 a 内沉降不匀,究其原因,仍是水文因素造成的。冬春地下水的每一有效下降,总会引起土体的压密固结效应,产生沉降,而夏季恢复到水位时,便

缓和了下沉,或停止,个别情况下略有反弹。

第三,沙隆达盐矿开采的是深层岩盐,盐矿开采形成的地下盐腔在 2300 m 以下,上覆有厚大基岩石,且每一矿井开采量不大,在采后又进行了注水填充,不易引发人为灾害地质现象,从而保证了矿区地面的稳定。但随着盐矿开采量的增加,地下盐腔不断扩大后,其对地面沉降的影响,还有待今后持续监测。

以上是采用 II 等水准方法对盐矿地面进行监测,并对监测结果进行的成因分析。当然作为全面的地面变形监测还应有水平位移的监测,并将精密水准监测持续下去。期待该市高精度的 GPS 网建立时,将矿区监测网并入检核,那时必将对盐矿地面变形有更全面的评价。