

采空区地基稳定性问题实例分析

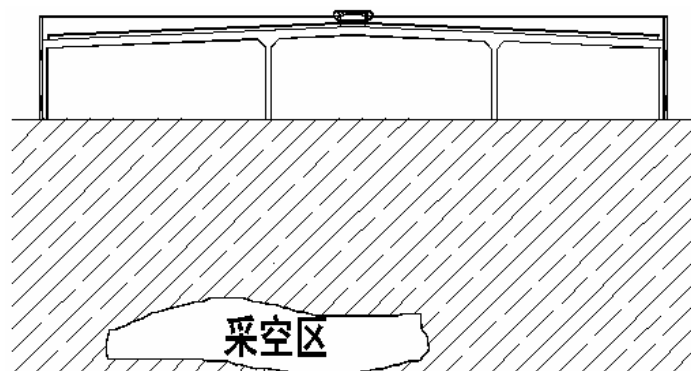
建筑工程所 任彦会 万叶青

摘要 针对潍柴动力股份有限公司铸造中心一期工程建设,最初选址为采空区地基的问题,通过多方论证和预测分析,对该采空区地基进行了综合评价,最终否定了该选址方案,从而避免了灾害的发生。本文汇总有关评价方法,以供类似工程参考。

关键词 采空区 地基 塌陷

1 采空区概念

采空区是将岩体中间的煤层或矿层开挖后在顶板和底板岩层之间形成的空间区域。采空区根据开采现状可分为老采空区、现采空区和未来采空区三类,其中老采空区是指建筑物兴建时,历史上已经采空的场地;现采空区是指建筑物兴建时,地下正在采掘的场地;未来采空区则是指建筑物兴建时,地下富存有工业价值的矿层,目前尚未开采,而规划中要开采的场地,见图一。



图一 采空区剖面示意图

采空区所带来的主要灾害是地表变形和采空塌陷,其特点是:采空区面积区域性差异大,所产生的地质灾害及带来的影响也各不相同,一般是同一地区采深采厚比越大、采空区面积越大、开采层数越多其所造成的地面影响也越大。大面积的采空区扰动了地球环境,改变与破坏了地球表面和岩石圈的自然平衡,产生了大面积的采空塌陷等地质灾害。其结果导致江河断流,泉水、地下水枯竭,土地干旱贫瘠,农业欠收,生态环境恶化;还会导致高速公路、铁路、机场和西气东输、南水北调等重大工程以及城市建筑因处理采空问题而增加建设难度的费用。

2 工程概况

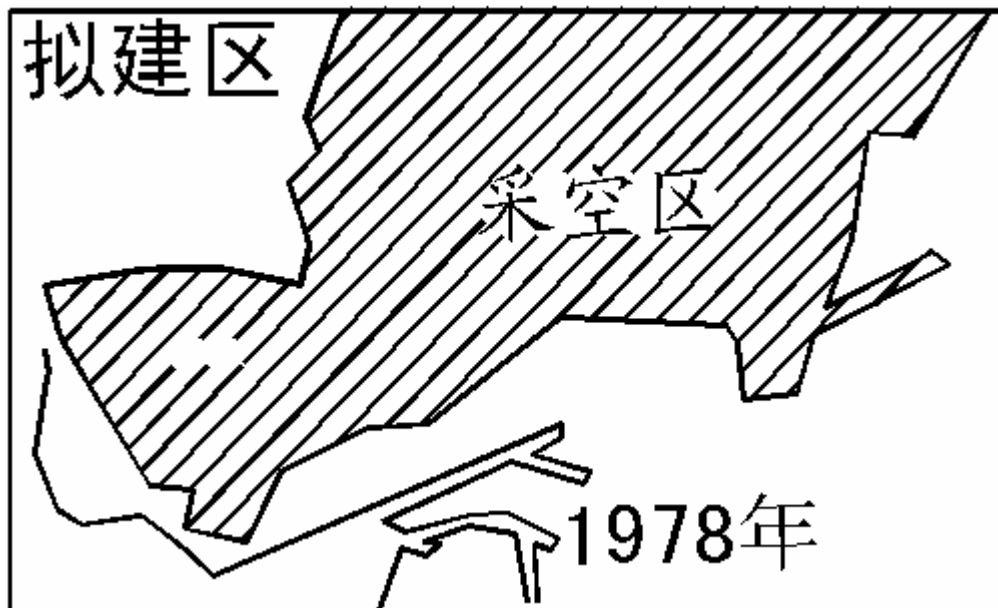
本工程潍柴动力股份有限公司铸造中心一期工程,占地面积约为 800 亩,总投资约 12 亿元人民币,工艺先进,居世界领先水平,一期工程均为新建建筑,主要建筑物包括 1 号铸铁车间(70000 m²)、综合库、成品库、金属炉料库、焦炭石灰石及耐火材料库、膨胀土煤粉合金库、砂库、气体机装配试验车间及其配套服务的厂区办公楼、食堂、浴室、其他辅助站房等共计 10 万余平方米建筑面积。

1 号铸铁车间是主要生产车间,屋架下弦标高 12.000~15.000 米,跨度 18~24 米,钢排架结构;主要结构采用焊接 H 型钢柱,梯形钢屋架钢天窗架,1.5x6.0 米预应力大型钢筋混凝土屋面板构件;维护结构采用煤矸石砖墙体,外加单层彩钢板;冲天炉是铸造中心关键设备,为美国公司厂品,30 多米高钢框架结构,对地基不均匀沉降要求较高,不允许有沉降差;其余大部分生产线采用进口设备,对地基不均匀沉降要求也较高,允许沉降差 2/1000。

除主要生产车间外,其余辅助车间均采用门式刚架轻型房屋钢结构;办公楼、食堂、浴室采用现浇钢筋混凝土框架结构,围护结构采用煤矸石砖墙体。

3 地质情况

根据山东岩土工程勘察总公司的勘察报告及相关信息,该区域有大范围的煤矿采空区,原坊子煤矿开采时间最早历史最长,开采至今已有一百多年的历史,且先后历经德、日、蒋等几个不同时代掠夺式开采。采深 300~400 米,采煤 1 层(局部 2 层),单层厚度 2 米左右,煤层倾角 14 ° 左右,开采方法主要采用的是残留煤柱式,自然冒落法管理顶板,顶板岩性为砂岩和凝灰岩,停采时间为 1976~1980 年,采煤区可能为空洞。采煤面积约占场地总面积的约 60%~70%,见图二。



图二 采空区平面图示意图

目前场区内未见显著异常（如明显地表陷坑、台阶、裂缝等），地表建筑物未受到影响。但胶济铁路支线距场地约 500 米处，铁路地基曾沉降了 130mm, 为此铁路进行了基础调整。据原坊子煤矿在胶济铁路访子支线下采煤进行的变形观测，采深 300 米左右，采厚 2 米，采出率 50%, 下沉率为 2~5%，观测最大下沉值 237mm，地表移动时间为 4 年。

根据搜集的资料，采空区范围内只有少量地下水，场地内采空区及附近无大规模抽水和排水地段，地下水不会对采空区稳定性造成不良影响。厂区西区域，红泥洼煤矿、跃进煤矿承诺仅在此区域开采很小部分。但这 2 个煤矿属地方小煤矿，不能提供较准确开采资料。实际开采情况与其承诺情况可能有一定出入。

现场区煤矿采空约 25 年，根据当地经验及附近建筑物资料，采空区属相对稳定地段。

4 采空区灾害调查

自从上个本世纪以来，采空区所带来地质灾害在世界各地普遍存在，随着人口的增长及工业化进程的发展，对能源和原材料的需求越来越大，从而使采空区面积也越来越大，所产生的地质灾害也日益加剧。

据对全国 1173 家国有大中型矿山调查，属于地下开采的矿山占 68.89% (煤矿 92.5%)，采空造成塌陷区占地面积 8 万多公顷，占矿山开发破坏土地面积的 39.57%。最新研究表明，我国每年从地表和地表深处开采出约

50 亿吨的矿产品，全国累计煤矿采空塌陷面积就超过 70 万公顷，而且这一数字每天都在随煤炭产量的增加而提高。根据典型调查和书面问卷普查，研究人员测算出我国采空区平均塌陷系数为 0.24（公顷/万吨）、直接损失系数为 1~1.5（元/吨），仅 2002 年我国新增采空塌陷面积就高达 3 万公顷，直接经济损失 20 亿元。重点煤矿的平均采空塌陷面积约占矿区含煤面积的 1/10，按矿区人口计算，人均采空塌陷面积为 1.86 公顷，人均房屋破坏面积为 4.5 平方米。

大面积的采空带来巨大的经济损失和生态破坏，例如我国煤炭产量最大的省——山西，至 1999 年采空塌陷面积已达到 8.18 万公顷，采空塌陷所引发的耕地破坏、地面和地下工程损毁、损失约为 22.51 亿元，平均每开采 1 万吨煤，造成采空塌陷灾害直接经济损失 6600 元。据有关部门统计，仅 1997 年大同市就发生采空区塌陷 37 起，其中村庄塌陷面积 4000 多平方米，9 人在塌陷中丧生。

黑龙江省的四大煤城：鸡西、鹤岗、双鸭山、七台河，经过几十年的不断开采，如今四大煤城的脚下形成了一个近 500 平方公里的塌陷面积，直接受影响的群众达 30 多万人。

5 采空区地基稳定性评价分析

1. 采空区地基稳定性评价理论

利用岩移理论及评价单位多年研究成果，经对井下开采资料进行分析，利用计算机程序，计算采空区残余地表变形值，计算值包括（下沉值、地表水平变形值、地表倾斜变形值、地表曲率变形值、地表水平移动变形值），利用上述计算的地表移动变形值，提出地面拟建建（构）筑物抗采空区残余变形的技术措施，抵抗地表残余变形影响。

2. 潍柴动力股份有限公司铸造中心拟建场地采空区地基稳定性评价工作内容：

①利用深层地震勘探，探明拟建区域地质构造；

②利用瞬变电磁或高密度电阻率法从平面上查明采空区的分布范围及采空区孔洞位置和采空区裂隙带高度，压实、充填程度，绘制成采掘工程平面图；

③为了验证上述物探的准确性，需要打深钻孔进行验证，一、二期工程分别打四个深钻孔进行验证，同时选择一个深钻孔取芯，作为拟建区域钻孔柱状图；

④利用物探结果，进行地表残余变形计算，确定各种地表移动变形值；

⑤根据所求地表移动变形值，对拟建潍柴动力股份有限公司铸造中心各建筑物提出抗变形技术措施。

⑥ 老采空区“活化”因素分析。老采空区“活化”是影响采空区场地稳定性的重要因素之一，本次研究将在详细分析煤矿开采技术条件和区域地质条件的基础上，对可能导致拟建场地采空区“活化”的主要因素进行分析，提出相应的防治措施。

⑦ 地面沉降观测：地面沉降观测是直观反映地表沉降变形及其随开采历史变化规律的有效方法之一，这一工作可以全程监控地面沉降及建筑物的沉降变形，预防超量沉降和地面塌陷等突发事件，发现问题可以及时处理。

⑧地基处理方法：除采用上部结构措施外，还用对整个采空区进行灌浆加固处理，钻孔 300 米~400 米深至采空区，纵横间距分别为 20 米，用粉煤灰水泥浆混合物填满采空区。一期工程加固费用约为 9274 万元。

⑨编制《潍柴动力股份有限公司铸造中心拟建场地地基稳定性评价》报告。

3. 潍柴动力股份有限公司铸造中心拟建场地采空区地基稳定性评价工作时间安排

合同生效后，3 个月内提交《潍柴动力股份有限公司铸造中心拟建场地地基稳定性评价》报告，具体工作安排如下：

①物探及钻探外业 1 个半月；

②物探资料整理半个月；

③理论计算及编写报告一个月。

4. 潍柴动力股份有限公司铸造中心拟建场地采空区地基稳定性评价工作技术服务费总费用肆佰捌拾万元（480 万元）。

6 结论

采空区是一种人为的地质缺陷，主要表现为地表变形和采空塌陷，不只

是会带来巨大的经济损失，还会影响生态环境，必须谨慎处置。

本工程处于采空区之上，存在地质灾害，经过多方面论证，此场地不宜本工程建设，建议另选新址。经过 2 年建设，新址上潍柴动力股份有限公司铸造中心一期工程正式投产，从而避免了一场灾难。

采空区稳定的评价分析及处理，目前还是一个难题，需要大家共同努力，提高对采空区地基稳定处理的技术和能力，避免地质灾害的发生。