

理查德·L·米汉

咨询工程师

50 年经验·坝体安全·工程地震学.

热带岩土工程

meehan@stanford.edu

本报告首发于 2020 年 7 月 7 日。经作者同意，于 2022 年 7 月进行了修订，以使意思更清晰。

达瑞铅锌矿环境影响评价补遗书之分析

应要求，我对中色（印尼）达瑞矿业有限公司（Dairi Prima Minerals，以下简称“达瑞矿业”）位于北苏门答腊省的矿山编写的环境影响评价变更报告（EIA Addendum，以下简称“环评变更报告”）进行了分析。这是对我 2020 年 4 月 17 日的分析报告（《印尼达瑞铅锌矿矿址风险与尾矿处置安全问题》）的补充。

2020 年 4 月份的分析是基于我从公开材料中可以找到的信息所作出的，其中大部分是达瑞矿业近 20 年来的声明。在此分析中，我将这些信息总结为：

“我所能确定的达瑞矿业的规划顺序如下：

2003 年：根据米德尔顿（Middleton）的规划（2003）以及环境影响评价（以下简称“环评”），Anjing Hitam 矿段按年产 100 万吨采矿 600 万吨，其中 1/3 固体进入地上尾矿处置区

2003-2011 年：继续勘查并确定“可能的”补充矿体。

2011 年：修订项目规划，开采规模增加至 2500 至 3000 万吨，年产量 100 万吨，这将需要更大的尾矿区。”

我从新的环评变更报告（该文件的标注时间为 2019 年 10 月）中看到，计划开采规模相较于原来 30 年产 3000 万吨的原规划大幅缩减。新规划削减了约 20% 的开采年期和总产量，缩减后与米德尔顿 2003 年提出的高品位矿石开采规划大致相同。

我在 2020 年 4 月的报告中讨论了为期 30 年的开采规划所需的尾矿储存设施（Tailings Storage Facility，简称 TSF）规模巨大，将填满下游整个山谷，以及洪水等带来的许多其他复杂问题。最新环评变更报告中的方案将拟建尾矿储存设施的下游容量降低至略高于 100 万吨，选址于矿场下游 3 公里处、Sokomokil HKBP 教堂附近的一条小溪之上。

至于尾矿库及其坝体的抗震安全性，环评变更报告提出选址地区的最大设计地震烈度为 0.5 g。其推导方法与我在研究中使用的方法非常相似，但得出的关键结论相差甚远。

环评变更报告提出的最大地震烈度为 0.5 g。我在 2020 年 4 月的报告中提出地震烈度可能在 0.5 g 至 1.0 g 的区间内。换句话说，此环评变更报告设计此尾矿储存设施所用的地震烈度值，是我所估算的地震烈度区间的最低值。我固然认同，如果尾矿储存设施的地基是稳定的岩石，那么 0.5g 的设计基本地震加速度是合理的。但如果底层地基不是稳定的岩石，那么得出此加速度的方法就是无效的。而选址的地基似乎并非稳定的岩石。达瑞的环评变更报告本身提供了一些关于地基条件的资料（原文为印尼语，以下基于谷歌翻译）：

“总体而言，尾矿储存设施位置的岩性由多巴（Toba）凝灰岩地层单元组成，其组成形式为粉砂砂岩、砂岩粘土、砂岩凝灰岩，从已经完成的几个岩土钻孔中获得了关于尾矿储存设施位置区域的岩层组成顺序的更完整的信息，在尾矿储存设施位置运用岩土工程技术钻了 11 个孔，平均深度为 30 米，在该深度岩性仍为多巴凝灰岩沉积。”

环评变更报告还明确指出，凝灰岩结构松散，并不等同于稳定的岩石。对于这些不太稳定的地基条件，使用设计基本地震加速度估值区间中的最低值 0.5 g 并不合适，因为地面运动将被放大，最高可达 1.0 g。

确定这一数值需要更多的重要数据，包括钻探结果，但环评变更报告显然没有包括这些数据。然而，即使这些数据表明尾矿设施将建在稳定的岩石上，地面运动仍然会在坝体内产生额外的放大效应，可能会引起一些内部运动。同样，尾矿储存设施设计地震烈度为 0.5 g 的估值似乎低得不切实际。达瑞矿业本身（或其顾问）似乎也承认尾矿储存设施的危险性很高（即使假设地面运动加速度仅为 0.5g）：

“考虑到溃坝后果（生命安全、经济、社会和环境影响），此尾矿储存设施的危害分类等级被认为属于高等。基于此分类，最大设计地震（MDE）按照苏门答腊断层附近的 7.7 级地震可产生加速度最大为 0.5g 的地面运动（表 3.25），或者俯冲效应导致的 9 级地震可以在达瑞铅锌矿处产生加速度最大为 0.4g 的地面运动。达瑞铅锌矿的设计也考虑到了这点，因为这里也在俯冲区域内，也有可能发生同样的情况。”（环评补遗（谷歌翻译），第 194 页）

达瑞矿业提出的尾矿库设计还取决于“土工膜”（塑料）防渗屏障和内部排水系统的永久完整性。因此，即便环评变更报告提出甚为乐观的 0.5g 地震烈度估值成立，我仍不相信该尾矿坝的安全可以得到保证。地震引发这些内部构造发生的故障，几乎 20 年内都不会被探查，但将让设计的安全性失效。

我还没有进行任何溃坝后果分析，但可以肯定，这些后果会对矿区下游的社区和环境造成灾难性的影响。

除此之外，我还建议按照国际标准，对此项目可能向下游环境排放的含铅废水引发的水质问题进行独立评估。



理查德·L·米汉