

# 地震与锚固系统的抗震分析及各种类型锚索对动荷载反应

孙学毅<sup>1</sup> 傅作新<sup>2</sup>

(1 柳州欧维姆工程有限公司 柳州 545005 2 河海大学 南京 210098)

**摘要:**本文提出了两种锚固系统抗震分析方法,介绍了不同类型锚索对动荷载的反应。笔者认为:重大岩土锚固工程或强震区岩土锚固工程,设计时必须考虑动荷载作用;从抗错动和避免产生较大的应力集中角度考虑问题,压力型锚索优越于拉力型锚索。

**关键词:**锚固系统 抗震分析 动荷载

## 引言

地震成因可归纳为:火山喷发、地层陷落、大陆板块运动。地震传播是一个释放能量过程,能量释放通过面波和体波向远处传播。

受地震影响,受感地区表现为地面和地面以下的土体或岩体的反复错动和反复拉压运动(称畸变波和疏密波—剪切波和拉压波)。

建造在土层或岩层上的建筑物,由地震引起的动力效应可用基础面受不同的水平和垂直地震动来模拟。地震动来自实测资料。

## 1 锚固系统抗震分析

建筑工程一般设计中常用惯性力法——以惯性荷载代替地震的作用,将动力问题简化为静力问题,属于一种近似的方法。

对锚固系统,目前没有看到有关处理方法。基于此笔者提供自己的见解与同行们讨论。笔者认为可用两种方法求解:

动力分析——波动问题

惯性力法——化为静力问题

解法一:弹(塑)性解法

设土(岩)体为弹(塑)性材料,考虑预应力锚索、自重、惯性力等作用,可用一般的通用计算机程序求得滑移面上的压力和剪力,用于判断滑坡体的稳定性。

解法二:极限拉力法

假设锚索具有较好的塑性,假定在地震发生时锚索拉应力达到屈服极限。锚索拉力 $N$ 确定后,可以与地震惯性力 $W_d$ ,自重 $W$ 等一起来判断

滑体的安全度。

沿滑坡体长度方向取1m单元,设滑坡体重 $w$ ,将惯性力作用于滑坡体,如7度地震,惯性力合力 $W_d=0.1W$ ( $W$ 为滑坡体自重)作用于滑体的重心。

取分析的变量为:

$N$ —锚索拉力;

$W$ —滑体自重;

$W_d$ —滑体的地震惯性力;

$R$ —滑面以下岩土体对滑体的反压力;

$S$ —滑面以下岩土体对滑体作用的剪力。

由于 $N$ 、 $W$ 、 $W_d$ 已知,故由平衡方程可求得拉力 $R$ 和剪力 $S$ 。稳定性条件为:

$$S \leq R \cdot f$$

$$R > 0 \text{ (滑动面受压)}$$

## 2 不同类型锚索对动荷载反应

从前面分析可知地震作用的动荷载对假想滑动面而言总能分解为拉压作用和剪切作用。拉压作用与假想滑动面垂直,剪切作用沿假想滑动面错动。

### 2.1 剪切作用分析

假定在动荷载作用下滑体是孤立的,非滑动体与大地为一体。地震作用非滑动体上下(垂直)震动,其结果在假想滑动面处产生剪切错动。由于拉力型锚索全长锚固(粘结)没有缓冲作用,很可能发生剪坏。压力型锚索由于钢绞线与锚固体(水泥砂浆芯柱)无粘结,有较大的缓冲作用不易被剪坏。

### 2.2 张拉作用分析

假定在动荷载作用下在假想滑动面处产生

压、张作用。在这种情况下拉力型锚索全长粘结仅在假想滑动面处有较小范围可以自由压张。压力型锚索全长无粘结，全长可以自由压张。基于这样一个特性在同样大小震动力作用下压力型锚索位移大（伸长量大），这是不利之处。

### 2.3 锚索刚度特性分析

拉力型锚索全长锚固刚度较大，只有在假想滑动面附近刚度较小。在动荷载作用下刚度突变部位会产生较大应力集中，这对锚固效果很不利。

压力型锚索由于全长无粘结，柔性较大，没有刚度突变点，不产生较大的应力集中。

### 3 总体认识

(1) 基于上述分析笔者认为重大岩土锚固工程或强震区岩土锚固工程，设计时必须考虑动荷载作用。

(2) 从抗错动和避免产生较大的应力集中角度考虑问题，笔者认为压力型锚索优越于拉力型锚索。

## · 简 讯 ·

# 二十载努力终成正果

## 欧维姆公司成为国内首家核电用预应力锚具供应商

2008年5月31日，是注定要写入欧维姆公司史册的日子，也是我国核电建设中值得纪念的日子！这一天，欧维姆公司准备供应给方家山核电站、福清核电站建设用的预应力锚夹具正式获准开工生产，这标志着被国外公司长期垄断的核电用预应力锚夹具产品的市场壁垒被成功打破，欧维姆公司成为国内首家核电用预应力锚夹具的供应商。

核电技术是最尖端的技术之一。核电站建设的不技术要求极高，质量要求和安全要求极其严格，其中核安全壳是核电安全的最后一道屏障，质量事故要求为零！由于要求高，加上核电题材的敏感性和影响性，尽管我国的核电技术在总体上已达国际先进水平，但用于安全壳建设的预应力锚夹具一直不敢采用国内产品，而是被极少数的国外跨国公司垄断。如何打破壁垒，使核电用预应力锚夹具国产化，成为我国核电工业和预应力行业矢志追求的目标。

欧维姆公司在二十年前就开始了核电用预应力锚夹具的研究开发，特别是近几年来，加大了科研投入和开发力度，同时在质量管理、生产管理、工艺改进、人员培训等方面做了大量工作。二十载的风风雨雨，两代人的共同努力，终于取得了成功。2008年5月25日~31日，在核工业第二研究设计院、中国核电工程有限公司、中国核工业第二建设有限公司、中国核工业第二四建设有限公司等单位的技术负责人的现场见证下，由国家建筑工程质量监督检验中心对欧维姆公司有关产品进行了严格的试验。试验内容为：一、在欧维姆试验中心进行静载试验，用OVM15R-19K和OVM15R-37K锚具分别

与江西新华、江阴华新两种钢绞线进行配套做静载试验，每种组合做三组试验，共12组，全部成功通过；二、在燎原路青山悠客楼盘工地进行了两组竖向灌浆试验，即OVM15R-37K管道灌浆试验和OVM15R-37C管道灌浆试验，均获得了成功。

5月31日下午，在欧维姆技术中心会议室举行了方家山、福清核电站预应力锚夹具制造开工会。出席会议的有工程总承包方中国核电工程有限公司、购买方中国核工业第二建设有限公司和中国核工业第二四建设有限公司等单位的技术负责人，欧维姆公司负责领导和相关部门负责人，以及部分欧维姆公司分供货商代表。欧维姆公司就生产制造准备的情况，包括商务及质量管理体系、技术、工艺、员工培训、质量检验、原材料采购、生产制造等方面做了汇报。工程总承包方、购买方对欧维姆公司生产制造准备情况作了深入检查，最后一致认定通过并签署了审查意见。欧维姆公司核电项目负责人宣布方家山核电站、福清核电站建设用的预应力锚夹具正式开工生产，并表示：在生产中一定强化管理，严把质量关，确保按时、高质地完成任务。至此，国内首批用于核电建设的预应力锚夹具正式开工生产，核电用预应力锚夹具正式开始国产化。

核电用预应力锚夹具的国产化，具有里程碑式的意义，它意味着我国核电工业和预应力行业的发展又迈进了一大步。正如欧维姆公司董事长罗志恭在开工会上所说：这不仅仅是促进企业生产发展、提高经济效益的胜利，更是民族自尊心的胜利！

(编辑部)