

爆炸夯实法密实水下填砂地基的工程试验

刘以钢 李世海 燕琳 陈维波

中国科学院力学研究所(北京,100080)

[摘要] 深圳妈湾电厂排水涵填砂基础采用工程试验的方式用爆夯法进行密实处理,试验的基本参数主要根据力学所砂基密实研究及应用方面取得的成果确定,据此试验首先检验出砂基处于较为松散状态,然后用相同的爆炸参数成功地密实了排水涵基础,解决了妈湾电厂施工中的难题。

[关键词] 砂基密实 爆炸夯实 工程试验

Engineering Test of Underwater Sand Densification by Explosive Tamping

Liu Yigang, Li Shihai, Yan Lin, Chen Weibo

Institute of Mechanics Chinese Academy of Science (Beijing, 100080)

[ABSTRACT] The sand foundation of drainpipe at Mawan Power Plant of Shenzhen was densified by explosive tamping in an engineering test. The basic parameters of the engineering test were determined according to the research achievement in sand densification of the Institute. It is verified that the sand was loose at first, and then the loose sand was densified by explosive tamping by using the predetermined blasting parameters and the difficulty encountered in the construction of the power plant was thus solved.

[KEY WORDS] sand densification, explosive tamping, engineering test

1 引言

砂土地基密实在国内主要采用机械振冲法,为改进传统的施工方案,我国于80年代大规模开展爆炸密实砂基的研究工作。长期以来,爆炸密实的研究重点集中在把药包埋入砂层中的爆振法上,但这种方法施工复杂、造价较高,限制了爆炸密实砂土技术在国内的推广应用,致使国内一直采用机械振冲法密实砂土地基,爆炸密实砂土地基未取得技术经济指标上的实质性进步,没能实现向生产力的转化。

力学所在砂土密实的机理研究及工程应用方面均取得一些成果,但把药包置于水下砂层表面的爆夯密实技术当时并未在工程应用方面取得明显的进展。本文采用工程试验的形式,成功地用爆夯法密实了电厂排水涵砂基础,为推广爆夯密实砂基技术奠定了基础。

2 工程试验概况

广东深圳妈湾电厂临海而建,厂区主要

陆域由围海造地而成,1993年2月电厂开始排水涵浇筑施工,在厂区水煤机房南侧开挖了一条24m宽,底标高黄海-2m的深沟,如图1所示(图中尺寸单位为cm,A、B坐标为m)。此区域采用吹填方式已回填2年多,吹填的粗砂颗粒级配如表1所示。在回填之

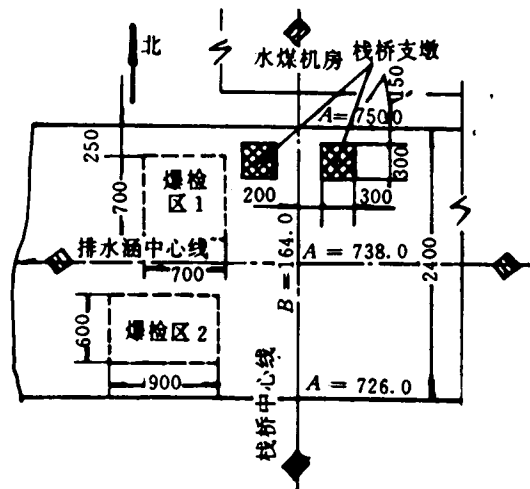


图1 排水涵砂基爆夯试验平面图

表 1 吹 填 砂 级 配

粒径/mm	>2.0	0.5~2.0	0.25~0.5	<0.25
小于该粒径 百分数(%)	15.15	29.53	35.82	19.5

初经过强夯加密,沟渠开挖至黄海-2 m 后,挖走了上层约 5 m~6 m 厚密实的一部分,而留下的约 6 m 厚砂土因强夯影响深度的限制处于较为松散状态,若不做密实处理,将会使排水涵运行期间产生不均匀沉降而受损害,留下工程隐患。

由于沟渠工作面狭小,渠中水深只有 3 m~4 m,从施工进度及工程造价上考虑不宜采用传统的机械振冲法密实,为此电厂委托力学所采用工程试验的形式,尝试爆炸夯实技术密实处理排水涵松散砂基基础。

鉴于渠底砂基的密实状态未知以及沟渠离已建电厂设施较近的安全问题,电厂采纳了先检验砂基基础的密实状态,后进行密实施工的试验方案。

从沟渠划出一 7m×7m 及另一块 6m×9m 的区域作为检验区。按照确保已建结构安全及保证密实效果的原则,设计计算出一套爆炸参数在这两块检验区进行爆夯施工,根据爆前及爆后标高测量计算砂体夯沉率,判断砂体的密实状态,确定开挖后的砂基是否需要密实处理。若经爆炸检验证明砂基处于较松散状态,则需对开挖沟渠进行全面的密实处理,即根据爆炸检验时确定的基本爆炸参数和相应的安全措施进行工程应用,解决电厂施工中遇到的难题。

3 试验方法及参数

由于水深较浅,试验用火工品材料只需有防水能力即可。本试验中主要采用了乳化炸药及塑料外皮导爆索等普通火工品防水材料,有关试验的主要参数等问题简析如下。

3.1 最小单个药包的重量

单个药包的重量决定了砂基密实的效果

及对环境的影响程度,若不受环境安全限制,应尽可能使用较大的单个药包重量。本试验填砂层厚 6 m,而水煤机栈桥支墩又近在 2 m 处。为兼顾质量与安全,本试验采用了 Charlie, W. A. 关于砂体液化的经验计算公式^[1]估算工程试验中的最小单个药包重量,确定本工程 6 m 厚砂层情况下使用的最小单个药包的重量 $Q \geq (H/8)^3$,经计算得 $Q_{\min} = 0.5 \text{ kg}$ 。

3.2 药包布置的基本形式

爆炸密实砂基的药包一般采用方形网格布置,本试验离水煤机房栈桥支墩最近的区域布置 0.5 kg 药包。为提高爆夯密实的质量,在离开栈桥一定距离处,将适时提高单个药包的重量。为简化实验过程,按照离栈桥支墩由近及远增大药量的原则,试验采用了 0.5 kg、1.0 kg 及 2.0 kg 三个级别的单药包重量。根据计算药包有效作用范围的方法^[2],布药网格中各药包间距由小到大依次为 1.5 m、2.5 m 及 3.5 m,即网格的间距依单个药包的重量而变化,此步骤应重点控制。

3.3 安全措施

由于沟渠紧邻电厂水煤机房,水煤机栈桥横穿沟渠,其 2 个支墩正位于沟渠内,若距栈桥支墩 2 m 处开始布置 0.5 kg 药包,则可根据水下冲击波的传播规律^[3],支墩将承受 $1.8 \times 10^6 \text{ Pa}$ 的冲击载荷。为避免冲击波直接作用于支墩,试验采用了木板及泡沫双层材料沿支墩配重铺设的保护方法,降低冲击波作用于支墩的峰值压力。

3.4 砂基密实度的检验方法

砂基密实度实际上采用标贯法检验,但由于受沟渠环境所限,此处并不适用,而采用沉降量法。设砂基厚度 H ,经密实处理后沉降量为 ΔH ,则平均相对沉降量为 $S_r = \Delta H/H$ 。根据一些实验和工程应用的结果,估计未经密实处理的吹填的中粗砂经爆夯密实后,相对沉降量约为 8%,这一指标可用于判断砂体所处的密实状态。

4 试验结果

根据所确定的基本爆炸参数,首先在2块爆检区进行了爆炸夯实施工,经计算夯沉量证明砂基处于松散状态,然后对全沟渠砂基进行了爆炸夯实处理。

4.1 爆检区

爆检区的结果以7m×7m区域为代表,其标高测量及沉降量如表2所示,典型的砂基表面沉降变化如图2所示。该49m²区域

的平均沉降量为33cm,相对沉降量为5.5%,这说明经爆夯砂体产生了较大的沉降量,超过了此类吹填的松散砂体将要完成8%相对沉降量的一半以上,证明沟渠底部砂体处于松散状态,原表层强夯的密实处理未有效加密下卧约6m厚砂层,故必须根据爆夯检验确定的爆炸参数及安全措施,在开挖的沟渠内进行全面的密实处理。

4.2 工程应用

表2 爆检区1 标高测量及沉降量计算

断面A	测点B	150.0	152.0	154.0	156.0	158.0	平均
739.5	爆前标高	-5.06	-5.06	-4.46	-4.66	-4.46	-4.74
	爆后标高	-5.12	-5.12	-4.92	-4.62	-4.62	-4.88
	沉降量	0.06	0.06	0.46	-0.04	0.16	0.14
742.5	爆前标高	-4.06	-3.46	-3.66	-3.66	-3.66	-3.70
	爆后标高	-4.42	-3.92	-4.12	-4.12	-3.72	-4.06
	沉降量	0.36	0.46	0.46	0.46	0.06	0.36
745.5	爆前标高	-3.36	-2.46	-2.66	-2.66	-2.56	-2.74
	爆后标高	-3.42	-3.32	-3.12	-3.12	-3.12	-3.22
	沉降量	0.06	0.86	0.46	0.46	0.56	0.48

注:标高为自定义基准面,表中单位均以m计。

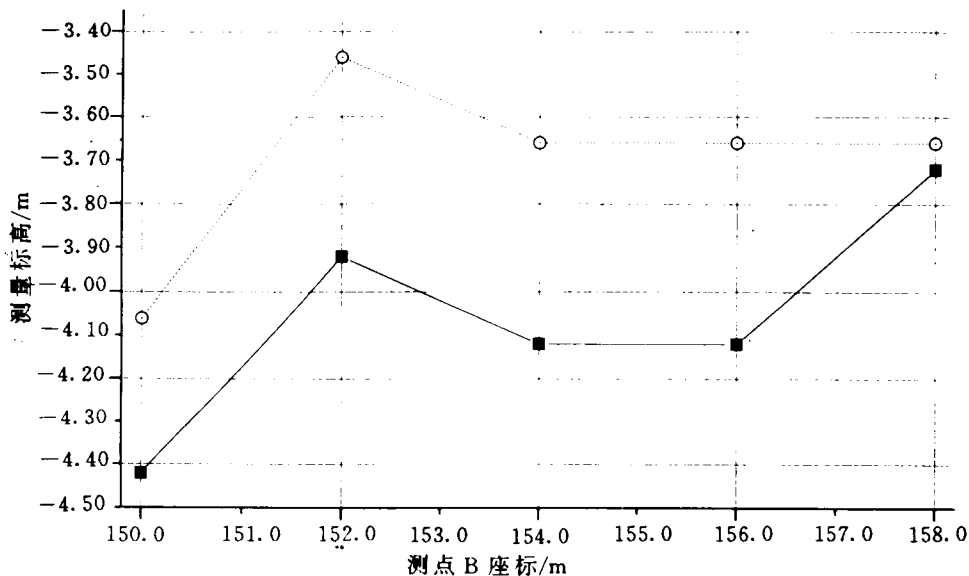


图2 爆检区1典型砂基表面沉降图

.....○.....爆前断面线 —□—爆后断面线

水平孔爆破技术在路堑开挖中的应用

林从谋 连焕东

山东矿业学院爆破研究所(山东,271019)

[摘 要] 文章结合工程实例,提出了在路堑开挖中采用水平深孔爆破技术的参数设计方法与施工工艺,并对该技术的若干关键问题(诸如炮孔间距、水平炮孔上部岩层厚度、起爆顺序等)进行了探讨,并提出相应对策,可为类似工程提供参考。

[关键词] 水平孔爆破 深孔爆破 微差爆破

Application of Horizontal Hole Blasting to the Excavation through Cut

Liu Congmou, Pang Huandong

Blasting Institute of Shandong Mining Institute(Shandong,271019)

[ABSTRACT] In the excavation through cut by horizontal hole blasting, the design method of blasting parameters and the technology of construction are suggested. Some key problems such as the hole spacing, rock thickness over the upper horizontal hole, and the initiating sequence are analyzed, and some corresponding countermeasures are also suggested for similar project reference.

[KEY WORDS] horizontal hole blasting, deep hole blasting, MS-delay blasting

1 引言

水平深孔爆破技术实质上是通过在高台

阶下部钻凿多排炮孔,利用炸塌结合的方法,高效低耗地开挖石方技术。当台阶高度超过

工程应用的爆夯区域约为 270 m^2 ,限于篇幅,本文不详细列出夯沉量的数据图表,由于沟渠开挖由东至西进行,开挖出的土方部分堆积在西端未全部清走,致使爆夯施工中大量土方塌滑入西端渠内,导致西端区域爆夯后表面反而升高,排除这一不可靠测量区域,余下 150 m^2 区域沉降均匀,平均沉降量为 21 cm ,相对夯沉量约为 3.3% ,说明砂体由较为松散状态经爆夯后达到了较为密实状态,若不经密实处理,预先使之发生沉降,则排水涵管将在应用过程中产生较大的不均匀沉陷而引起破坏,由此可见工程应用达到了预期的效果。典型砂基表面沉降图见图 2,断面 $A = 742.5 \text{ m}$,平均沉降量为 36 cm 。

5 结论

本工程试验解决了施工中的难题得出如下结论:(1)工程试验补充了砂基机理研究方

面所取得的成果,从现场试验中直接取得的数据,说明了爆夯密实砂基技术可行,增大了其推广应用的前景;(2)试验中爆炸参数设计合理,由此进行爆夯检测和施工,较好地探明了渠底砂基所处的密实状态并成功地密实了沟渠砂基础,消除了电厂排水涵施工中的隐患。(3)对安全问题评估合理,安全措施简单有效,保证了工程试验的顺利进行。

参 考 文 献

- 1 Charlie, W. A., Jacobs, p. j., Doehring, D. O. 1992 "Blast-Induced Liquefaction of an Alluvial Sand Deposit", Geotechnical Testing Journal, GTJODJ, Vol. 15, No. 1, March 1992, PP. 14-23
- 2 燕琳,李世海,刘以钢. 爆炸引起饱和砂地表沉降试验研究. 工程爆破文集第五集. 中国地质大学出版社,1993年9月, P182
- 3 Robert H. Cole "Underwater Explosions", Dover Publications, Inc, 1965