

田湾核电站扩建山体爆破工程爆破质量安全控制

陈作彬

(核工业南京建设有限公司,江苏 南京 210003)

摘要:综述了在商业运行的核电站周边山体爆破控制要点,尤其对爆破振动的控制和爆破过程质量控制点的设置进行了较详细的讨论,为类似工程提供借鉴。

关键词:核电站;山体爆破;爆破振动;爆破飞石;质量计划;质量控制点

中图分类号:TU751.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)03-0076-03

Quality and Safety Control on Blasting of Mountain for Tianwan Nuclear Power Plant Extension Project/CHEN Zuo-bin (Nuclear Industry Nanjing Construction Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210003, China)

Abstract: The paper reviewed the main points of control on blasting of mountains around the nuclear power plant, especially detailed control on blasting vibration and site-setting for blasting quality control point.

Key words: nuclear power plant; blasting of mountain; blasting vibration; blasting flyrock; quality plan; quality control point

1 概述

我公司承接的江苏田湾核电扩建山体爆破工程,是在已经商业运行的田湾核电站1、2号机组西侧,对一期开挖剩余的船山山体进行开挖。船山地质层为中~上元古界海州群云台山组第三岩性段,岩性为含岩块二长浅粒岩和以脉状产出的绿泥石片岩,岩石坚固性系数 $f=14\sim 18$ 。山体爆破工程爆破石方量约615万 m^3 ,开挖完成后边坡最大垂高108.4m,要求分10个台阶开挖形成,每层台阶高度12m。开挖完成后东北部为永久边坡,西部边坡今后有可能继续开挖,为临时边坡,其中永久边坡要求采用预裂爆破形成。

针对开挖区周边环境复杂,需要保护的目标多,要求等级高的特点,项目部对爆破工作进行了认真的分析布置。尤其针对拟建的3、4号机组建(构)建筑物和正在商业运行的1、2号机组的爆破振动进行重点监控,距爆区80m距离的其它房屋进行飞石监控,爆破保护对象与爆破区域之间的距离和保护对象控制要求见表1。

表1 距保护对象的最小距离及爆破振动控制要求

| 保护对象 | 爆区到保护对象的最小距离参考值/m | 振动控制值 |
|---------------------|-------------------|-----------------------|
| 2号核岛常规岛建(构)筑物/控制室设备 | 435 | 振动加速度 $>0.03g$ |
| 3号核岛浇灌混凝土 | 240 | 振动速度 $>1\text{ cm/s}$ |

2 爆破质量和爆破安全控制的重点

根据田湾核电1、2号机组正在商业运行的实际情况,爆破质量安全控制的重点是:爆破振动和爆破飞石控制。

如何控制爆破振动和爆破飞石,我们主要从如下几个方面入手:

(1)首先加强开工先决条件检查,包括爆破方案是否批准,人员资质、设备是否满足现场情况,爆破器材是否符合要求等,从人、机、料、法、环等环节进行控制;

(2)加强爆破设计控制,每一炮次必须进行爆破设计,从源头合理选择爆破参数,确保爆破质量和爆破安全;

(3)加强过程控制,制定爆破专项质量计划,确保过程质量;

(4)加强爆破振动监测,每一炮次请有资质的爆破振动监测单位(工程兵工程学院)进行监测,爆破振动监测的结果及时进行反馈,及时调整爆破参数,持续改进爆破质量。

3 加强开工先决条件的检查

(1)爆破方案提交当地公安部门审批,除公安部门邀请爆破专家对爆破方案进行评审外,监理单位的专家还要对爆破方案进行更严格、更细小的具体操作和设计进行评审。按公安部门和监理批准的

收稿日期:2008-10-06

作者简介:陈作彬(1973-),男(汉族),浙江嵊州人,核工业南京建设有限公司副总工程师、工程师,电子信息工程专业,从事工程爆破、质量管理、工程管理工作,江苏省南京市察哈尔路16号,czb73@sina.com。

爆破方案组织爆破施工。

(2)加强爆破从业人员资格管理,从业人员除应有丰富的经验外,必须持有效证件上岗。重点检查爆破工程技术人员、爆破员、安全员的持证情况,杜绝无证上岗。

(3)凿岩钻机等设备应满足现场施工需要,雷管、导爆管、炸药等都到当地公安部门指定的民爆服务站定购,确保爆破器材的供应和质量。

(4)各种程序文件和作业指导书必须完备,并合理、可操作。

(5)先决条件的检查邀请业主和监理单位参加,只有先决条件满足了开工条件方能组织开工,从组织和管理的源头上严把质量关。

4 爆破设计控制

4.1 爆破振动控制

爆破振动的控制是确定爆破参数的前提,所有参数的选择,必须满足爆破振动控制的要求。

4.1.1 按照加速度计算单段最大药量

2号核岛主控室采用加速度控制爆破振动,按以下公式计算单段最大药量:

$$R = (k/\alpha)^{1/\alpha} Q^{1/3}$$

式中: R ——爆破振动安全允许距离,m; Q ——最大单段药量,kg; k 、 α ——与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数。

初期爆破采用以往爆破的参数会值进行,通过回归方法确定 k 、 α 值,并取其较为保守的值,然后由南京工程兵工程学院通过对现场数次爆破所测得的结果再进行回归,按 k 值99%置信区间上限取值,得出不同距离上的单段最大装药量,见表2。

表2 控制振动加速度0.03g时不同距离上的最大单段装药量

| 距离/m | 药量/kg | 距离/m | 药量/kg | 距离/m | 药量/kg |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 435 | 82.9 | 515 | 116.2 | 595 | 155.1 |
| 455 | 90.7 | 535 | 125.4 | 615 | 165.7 |
| 575 | 98.8 | 555 | 134.9 | 635 | 176.6 |
| 495 | 107.3 | 575 | 144.8 | | |

分析表2可知,当取单段最大药量 ≤ 82.9 kg时,距离爆破源435m处的振动加速度 $\leq 0.03g$ 。由于2号核岛主控室相距爆破源约为435m,所以它的振动应该不大于0.03g。也就是说,爆破方案设计时只要将单段最大装药量控制在82kg以下,就可以满足2号核岛主控室的振动 $\geq 0.03g$ 的要求。

4.1.2 按照速度计算单段最大药量

在开挖场地的3号核岛浇灌混凝土(必要时)

需要控制振动速度,因此在选择爆破参数时还要利用下面的公式计算单段最大安全装药量:

$$R = (k/v)^{1/\alpha} Q^{1/3}$$

式中: v ——保护对象所在地点振动安全允许速度,cm/s;其他符号同上。

同样由南京工程兵工程学院对所测得的数据进行回归,提出 k 、 α 为: $k=150$, $\alpha=1.6$,当控制爆破振动速度为1cm/s时,利用此公式计算不同距离上的单段最大装药量见表3。

表3 控制振动速度1cm/s时不同距离上的最大单段装药量

| 距离/m | 药量/kg | 距离/m | 药量/kg |
|------|-------|------|-------|
| 50 | 10.4 | 110 | 110.6 |
| 70 | 28.5 | 130 | 182.6 |
| 90 | 60.6 | 150 | 280.6 |

同一爆点,按以上2种方法进行计算最大单段装药量取其二者中的较小的一个值,以确保2个控制点均处于安全状态。并且每一炮次的设计均要根据前一炮次所测的结果进行适当的调整,确保每一炮次的爆破安全。

4.2 爆破网络

本工程采用非电导爆管起爆,为防止振动加速度或振动速度峰值的叠加,其段间延时时间 < 50 ms。精心施工,确保按预定的顺序起爆,杜绝起爆顺序的紊乱而加大振动加速度或振动速度。如果有预裂爆破,可同时与主爆孔同时点火,但必须使预裂孔先起爆,然后再起爆主爆孔,达到爆破振动控制的目的。网络为复式起爆网络。

4.3 爆破飞石控制

台阶爆破飞石飞散距离可根据经验公式估算:

$$R_F = (40/2.54)d$$

式中: R_F ——飞石飞散距离,m; d ——炮孔直径,cm。

该工程炮孔直径最大采用102mm,飞石飞散距离为160m。但考虑到有浅孔爆破,为确保安全,警戒范围定为300m,飞石控制在安全范围内。在实际施工过程中应选择合理的最小抵抗线 W ,保证填塞质量,严格控制爆破个别飞散物。

5 制定质量计划设置质量控制点进行爆破质量控制

5.1 各类质量控制点的控制要求

根据国家核安全法规要求,对核电建造过程中的质量控制点分别为:

H点——停工待检点(Hold Point):指在某特定活动中或之后指定的停止点,未经指定组织的书面

批准,超越该点的工作不得进行。

W点——见证点(Witness Point):指有关的操作由指定的质量代表见证的控制点,但如果该代表不见证此操作,有关的工作可以继续。

R点——记录点(Report Point):指某特定的活动、操作必须形成记录或报告来证明该项活动、操作满足规定的要求。

以上可知,质量控制点的控制要求是不同的,H点要求最高、W点次之、R点较低。对关键工序、特殊过程等可以设定为H点。相反,一般控制要求的过程对记录进行验证,设立为R点即可。

根据爆破过程的特点,将过程划分为:爆破施工设计、预裂爆破测定放线、主爆破孔测量定位、钻孔、装药、炮位堵塞、网络连接、覆盖防护、起爆、安全和爆破效果检查等质量控制点。在每个控制点,施工单位、监理单位和业主分别设点。

5.2 控制点的设立原则

(1)根据过程的关键和控制的难易程度设制过程控制点,关键工序、特殊过程设为H点,次之控制要求的工序和过程设定为W点,一般控制要求的可设为R点。

(2)各方选点的原则,根据田湾核电站管理体系的要求,施工单位、监理单位、业主单位均有相应的质量控制责任,也就是说施工单位、监理单位、业主单位分布设置控制点。监理选定的控制点的等级应等同或高于业主的选点,施工单位选定的控制点的等级应等同或高于监理的选点。全部工序施工单位应100%的选定控制点,监理应80%以上选点;业主根据工程部位的质保等级、重要程度适当选择控制点(见表4)。

表4 施工、监理、业主各方选点原则

| 工序单位 | 爆破 施工 设计 | 预裂爆 破测定 位放线 | 主爆破 孔测量 定位 | 钻 孔 | 装 药 | 炮位 堵塞 | 网络 连接 | 覆盖 防护 | 起 爆 | 安全和 爆破效 果检查 |
|------|----------------|-------------------|------------------|--------|--------|----------|----------|----------|--------|-------------------|
| 施工单位 | H | W | H | W | H | W | H | H | H | H |
| 监理单位 | H | W | W | W | H | W | W | W | H | W |
| 业主单位 | W | R | R | R | W | W | W | W | H | R |

5.3 控制点的设立、控制与关闭

(1)H点的检查:施工单位提前2h通知选点单位,选点单位必须准时到场进行检查、验证,如选点单位代表未到场验证,不能进行下一步的工作。

(2)W点的检查:施工单位提前1h通知选点单位,选点单位应准时到场进行检查、验证,如选点

单位代表未到场验证,可以进行下一步的工作。

(3)放行:施工单位、监理、业主在对所选控制点进行检查、验证合格,且所需的施工记录、报告、隐蔽等资料齐全并符合规范和设计要求时,应予签字放行。

(4)质量计划中所列的全部工序已执行完毕,全部控制点(H、W、R)均已经各设点单位的质控人员签字放行;质量计划中的可追溯(跟踪)的文件、记录、报告和资料齐全、规范;质量计划对应的施工活动成果经检查验收满足规定的要求。上述工作完成后方可关闭质量计划。

通过质量计划的设置和控制,加强过程质量监控,使爆破质量得到有效的监控。

6 爆破振动监测结果

为监测爆破振动,核电公司委托南京工程兵工程学院对爆破振动进行监测。南京工程兵工程学院设置了9个爆破测试点,对每一炮次的爆破振动进行监测。从2007年5月20日田湾核电站扩建爆破工程第一次爆破,截止到2008年9月12日,共计爆破376次,使用炸药1300余吨,雷管13余万发,爆破石方量300余万立方米,9个振动测量点的爆破振动测量均在要求的控制阈值内,爆破飞石均控制在安全距离范围内,保证了核电站的平稳安全运行。

7 结语

核电站的安全性是核电站运行的基本保障,在运行的核电站周边进行爆破,安全性尤其重要。在田湾核电站扩建山体爆破过程中,我们通过对爆破方案选择、爆破参数设计、爆破过程质量控制点设置、爆破过程监控、爆破振动监测等各个环节的控制,保证了爆破安全和爆破质量。在实际工作中严格执行工作纪律,严格按《爆破安全规程》(GB 6722-2003)进行操作,是爆破安全和爆破质量得以保证的根本条件。

参考文献:

- [1] GB 6722-2003, 爆破安全规程[S].
- [2] 编委会. 工程爆破理论与技术(全国工程爆破作业人员统一培训教材)[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.
- [3] HAF 003(91), 核电厂质量保证安全规定[S].
- [4] 程建秀. 核设施质量保证基础教程[M]. 北京: 原子能出版社, 2001.