

爆破

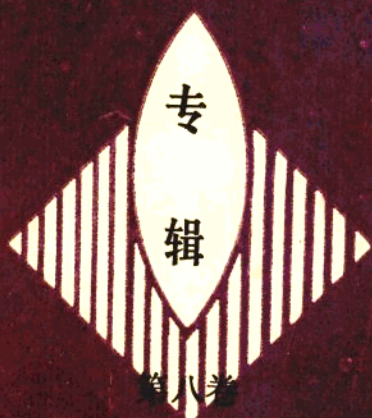
BAO

PO

ICEBT 译文专辑

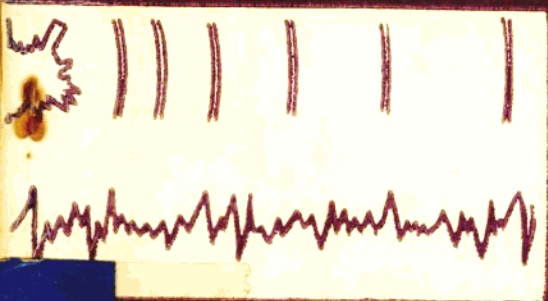


1991年本刊被评为
湖北省优秀期刊



第八卷
(总第30期)

1991



《ICEBT译文集》出版前言

国际工程爆破技术学术会议——INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING BLASTING TECHNIQUE (ICEBT), 于1991年7月4日—7日在北京召开, 出席会议的外国学者来自澳大利亚、加拿大、印度、意大利、蒙古人民共和国、瑞典、美国、苏联、日本、匈牙利、伊朗等国, 台湾和香港等地区的学者也出席了会议。东道主中国的各部委、科学院、各高校和科研设计院所200余名学者参加了会议。我国具有权威性的学者、著名的爆破专家、教授, 大部分参加了会议及宣读论文。

ICEBT是一个高水平的学术会议。世界五大洲的学者云集北京, 讨论学术, 交流经验, 介绍产品。不同语言, 不同肤色的同行相聚在一起, 是一次不可多得的盛会。

会议主题是工程爆破技术在各领域应用的理论和实践问题。中外学者共提交论文92篇, 其中外国学者提交28篇。会议论文内容可分为八大类, 即爆破物理, 模型和计算机在爆破中的应用, 爆破设计, 破碎机理, 炸药和起爆, 拆除和安全技术, 仪器测量及其他。

为了编辑出版会议论文, ICEBT组成了论文编辑委员会, 出版了《国际工程爆破技术学术会议论文集》(Proceedings of the International Conference on Engineering Blasting Technique), Beijing, 1991。由北京大学出版社出版, 全书共588页。

由于出席会议的中国代表人数很有限, 广大读者没有机会参加。更多的读者由于文种的限制, 不能很好地接收会议信息。为了传播会议内容, 介绍国外爆破科学技术和实践经验, 我们组织了多训练有素的同志, 利用整个暑期, 以专刊的形式出版, 叫“ICEBT”
全国《爆破》杂志的读者和广大的爆破

(本刊编辑部)

爆 破

ICEBT 译文专辑

1991年10月

第 八 卷

(总第30期)

目 录

●特邀论文●

- 工程爆破技术在中国的应用.....万 虹 译(1)
- 炸药和起爆器材在中国的使用现状及其发展.....郑泽岱 译(6)

●爆破物理●

- 岩石节理方位对爆破设计参数影响的试验.....程 康 译(12)
- 在新的方法和技术基础上的改进爆破工作.....高文学 译(17)
- 冰内封闭爆破的效应.....刘沐宇 译(20)

●模型和计算机的应用●

- 一个用于露天矿爆破设计新的专家系统软件.....冯仲仁 译(24)
- 岩体块度分布图象分析的精度研究.....姜增国 译(32)
- 模糊理论和专家系统在爆破中的应用.....房泽法 译(37)

●爆破设计●

- 抛掷爆破筑坝.....苗胜坤 译(46)
- 用抛掷爆破法修筑河渠.....石忠民 译(48)

先进的爆破方法及器材·····	郭俊才	译 (50)
定向爆破筑堆石坝的几个问题·····	赵根	译 (56)
加拿大科魁洛洛公路工程控制爆破研究项目的报告·····	项喜章	译 (59)
电站的钻孔与爆破作业·····	吴新霞	译 (63)

●岩石破碎机理●

源于加拿大平行孔掏槽的意大利现代隧道掘进法·····	吴剑峰	译 (65)
爆破性能的评价·····	付桂珍	译 (70)
爆破的趋势·····	陈汝翼	译 (75)
不同能量炸药对LEBEDIN含铁石英岩的爆破破坏作用的显微断谱研究·····	杨龙彪	译 (77)
采石场爆破作业与破碎机的等效关系·····	陈汝翼	译 (81)
不偶合系数对应力波传播的影响及用于断裂控制的药卷装置·····	余红	译 (87)
露天矿场大规模爆破岩石的破碎机理与破碎过程及炮烟粉尘飞散的控制·····	陈宝心	译 (93)

●炸药和起爆●

高温与高静水压力对炸药爆破特性的影响·····	陈宝心	译 (96)
铝添加剂用于改进浆状炸药系列·····	巴惠鹏	译 (100)
爆破作业的机械化方向·····	郭俊才	译 (102)
极简单的含煤粉炸药的制作与使用·····	赵宏中	译 (105)

●拆除爆破和安全技术●

稠密建筑区由近距离爆破及其振动监测·····	王在泉	译 (110)
在选择例子的基础上对采石场与隧道掘进爆破振动的比较研究·····	张世雄	译 (116)
隧道掘进的振动与空气波是不同的吗? ·····	张世雄	译 (123)
用控制爆破模拟地震引起的地表运动的研究·····	陈汝翼	译 (135)

●其 他●

空气冲击波超压技术用于评价爆炸性能·····	姜增国	译 (141)
------------------------	-----	---------

工程爆破技术在中国的应用

冯叔瑜 霍永基 边克信 杨振声[中国] 著

万 虹 译*

摘要：本文综述了工程爆破技术在中国的现状及所取得的成就，讨论了各种工程爆破技术在中国的应用，诸如：峒室爆破、深孔爆破、地下采矿和开挖爆破、水下爆破、拆除爆破、爆破器材和安全技术在中国的发展。

1 前言

工程爆破技术在国民经济的许多部门中得到愈来愈广泛的应用。例如，在冶金工业、有色金属、化工、核能、建材等行业中，矿石采掘中使用的各种爆破技术；水利水电工程中的定向爆破和电站基础的开挖爆破；铁路和公路建设中的药室爆破和路基掘挖；河道疏浚和港口施工中的水下爆破；农业部门中的各种爆破技术等等。此外，还有工业设施和民用建筑中的拆除爆破；震源勘探爆破；油井井内爆破；金属切割爆破；爆破成形；人体内的结石处理爆破等等。实践表明，工程爆破技术在国民经济建设中起着重要作用，特别是在近十年内，在改革开放方针指导下，爆破技术在中国取得了重大进展。

在来自全国各研究单位，设计部门，教育部门和生产单位的工作者的集体努力和团结协作下，我们已完成了许多工作，并在许多方面获得了丰硕的成果。这些领域是：爆破理论研究，按照岩石的可爆性进行岩石分级；工程爆破的计算机辅助设计和参数优化；控制爆破技术；爆破过程的模型模拟和测试；安全技术；监测方法；新型炸药和爆破器材的研制。由于上述工作及成果的取得，我国的爆破技术已提高到一个新的水平。

下面，我们将概要叙述上述爆破技术在中国的应用。

2 药室爆破

在中国地形地貌复杂，交通不便的山区，药室爆破在土方工程中得到广泛应用，由于这种爆破方法的高效、省时、低成本，它在许多工业部门都得到应用。据不完全统计，在我国40年的工程实践中，进行了两次1万吨，10多次1千吨、100多次1百吨炸药量的峒室爆破，在装药量的计算和分配，抛掷量的计算，爆破安全分析等方面，积累了丰富的经验，形成了一整套有效的设计方法，近几年来，在峒室爆破的计算机辅助设计和参数优化方面也取得了一定的进展。

早在1956年，峒室爆破就被用于矿山开采。在中国白银厂露天矿，进行了当时世界上装药量最大的峒室爆破，分三次使用了总量达15573吨炸药，爆炸岩石量达907万立方米，岩石抛掷量达227万立方米。这次大爆破使矿山比计划提前两年投产。从那以后，在冶金、建材、化工、煤碳等工业部门的露天矿的表土剥离中，峒室爆破得到经常使用，并取得了明显的效果。

在水库大坝、尾矿坝、挡拦泥石流坝的建设中使用定向爆破技术方面，中国也取得了重要进展。从1958年定向爆破在中国首次使用以来，60多座各种类型的土石坝被建设，获得大量有价值的资料和经验。在广东南水电站的建设中，使用了装药总量达

* 译自英文稿，未经作者审阅

1394.3吨的定向爆破,爆破土石量226万立方米,一次形成62.5米高的大坝,后来又被加高到81.8米。二十多年来,这座库容12亿立方米,装机总量7500瓩的水库一直运行良好。在山西石扁峪水库的建设中,使用了一次装药总量达1589.3吨的定向爆破,爆破岩石量236.5万立方米,抛掷率为57.3%,形成一座57.3米高的大坝。近年来,为了解决100米或更高的大坝建设中使用定向爆破时存在的技术困难,中国进行了一些这方面的研究,并获得了理论上和技术上的进展。

近年来,在峒室爆破方法的研究中,园柱状装药,准二维平面装药,微差起爆取代了传统的集中密集装药,从而增加了抛掷量和抛掷距离,使爆堆更加集中,减少了震动效应,获得良好的爆破块度。例如,1985年10月,在四川一个石棉矿的拦挡泥石流坝的建造中,就使用了间断柱状装药,双面微差起爆,一次爆破形成40米高,外形很好的大坝,实际单位炸药量消耗仅为0.7公斤/立方米,有效抛掷比为63.5%。另一个使用定向爆破的成功例子是广东惠州码头。建造这个码头需要移山填海。在一个坡度平缓的区域内由于使用二维平面装药而实现长了长距离抛掷,抛掷比高达63%,抛出的岩石充填到离岸230米远的海区,并深插入海底软泥,经过45天的观察,下沉量最大仅为6毫米。1991年2月,在该地区芝麻州又进行了一次装药量为3600吨的爆破。

在中国的铁路的公路部门,挖掘土方,堆建路基经常使用峒室爆破和定向爆破,最大的一次爆破装药量为400吨。在宝成线、鹰厦线、成昆线、湘贵线的建设中,使用了100多次峒室爆破,爆破岩石量为1000多万立方米。此外,在处理边坡失稳和采空区,开挖溢洪道,建造路基,在山坡地形上开辟工业场地等方面,也使用了峒室爆破。最近,为了在环境复杂的地方确保安全,还使用了单一药包和顺序微差起爆的控制峒室爆破。

使用峒室爆破的另一个优点是它能使用较便宜的铵油炸药,这种炸药需要时可在现场配制。例如在四川渡口的一次10000吨装药量的峒室爆破中,其中9552吨是铵油炸药,仅炸药一项就节约了1000万元人民币。

由于中国有广大的山区,那里特殊复杂的地形使机械挖掘非常困难,峒室爆破作为一种有效的,能大量移动岩石的,要求的工具设备简单的方法,在中国有着广阔的发展前景。

3 深孔爆破

在中国,深孔爆破技术不仅在露天矿使用,也在地下开挖中使用,它主要应用于露天矿的剥离和采矿,地下矿山的深孔采矿法,电站基坑开挖,工作场地清除,铁路线挖沟和其它一些方面。

在许多露天矿,为了提高爆破效果,降低大块率,诸如大规模多排微差起爆,挤压爆破,小抵抗线大孔距爆破等技术被经常使用。在靠近边坡或开采境界的地方,为了保护边坡,提高其稳定性,还采用了预裂爆破和光面爆破。在南芬、随昌、德兴、金堆城等大型露天矿,使用了大范围的多排微差起爆,在多次反复的爆破实践中,通过深入广泛的研究,炮孔布置,炮孔结构,装药结构起爆顺序,延迟时间等参数得到优化,改善了爆破效果,获得了很好的技术经济效果。在这些大型露天矿中,每年可节省100万到几百万人民币。例如南芬露天矿近年来进行了深孔爆破技术的综合研究。这个矿的深孔直径为251mm、310mm或380mm,使用大型电铲配电动汽车,多排微差爆破的规模一直在50万~80万吨爆破岩石量之间,最大的一次爆破,也是中国最大的,在505个深孔中装药276吨炸药,经过104次微差延迟,爆破了81.1万吨岩石,取得了很好的爆破效果和经济效益,单位炸药消耗量0.9公斤/立方米,大块率0.035%,每米炮孔(孔径251mm)爆破岩石量108.5吨,没有残眼,

电铲效率1921吨/小时。这个矿编制的计算机软件,能及时地计算和预测各种条件下的最优爆破参数和爆破效果,为设计人员提供一整套优化参数和图表。这个矿还在不同矿区域使用不同步的微差起爆方法,使震动效应由于相互干扰抵消而减少了20~30%。

在中国,深孔爆破技术还广泛地应用于水电站,铁路等工程项目中。例如在葛洲坝电站,东江电站、枝隧山电站、东风电站,和其它一些电站的基坑开挖中,大量地使用了微差深孔台阶爆破,垂直和水平预裂爆破,控制爆破等技术,在一次爆破中就能达到设计边界且不需要保护带,取得了满意的技术经济效果。

在铁路建设中,深孔爆破常与挖掘机结合在一起使用,使整个作业机械化。YQ—150钻机钻凿深孔,再配备推土机和铲运机,工作面劳动生产率达到了340立方米/工班或更多。我们还一直在努力探索如何将深孔控制爆破、预裂爆破、光面爆破、抛掷爆破、峒室爆破结合起来,使路基开挖一次爆破就达到设计要求。

4 地下采矿和开挖爆破

中国地下矿山的大规模深孔采矿方法的使用开始于五十年代。在采用阶段采矿法的矿山,大多使用直径60~100毫米,孔深10~15米的垂直或水平扇形炮孔落矿,一次爆破量从几吨到100多吨,最多达到200多吨。为改善爆破块度,在合理选用爆破参数和炮孔结构的基础上往往采用挤压爆破。垂直扇形深孔,大的孔间距与抵抗线之比,孔底高强装药等技术可极大地改进爆破效果。

近年来,VCR采矿法在一些有色金属矿山开始得到采用,在这种方法的基础上,一种主要使用球状炸药,将爆破方法与采矿方法结合起来的一种新方法开始发展起来,这种方法能提高劳动生产率,降低大块率,改善爆破效果,是一种很有前途的采矿方法。为了减少对边邦和顶底板的破坏,采用空气

间隔不偶合装药和孔内微差系统以控制周边孔能量和爆破作用方向。在一些矿山,还开始对深孔采矿法的数学模型和参数优化进行研究,并取得一定成果。

在井巷或隧道掘进中,为了提高掘进速度和掘进量,光面爆破常和喷锚支护结合使用。位于京广复线上的大瑶山隧道是一条长14公里的双线隧道,在它的建造中,充分地应用了光面爆破喷锚支护,5米炮孔结合平行空炮眼掏槽等现代爆破技术,大大地减少了对药卷的“隧道反应”,使炮孔使用率达到90~100%,超挖量和残眼率降到最小,保证了京广复线衡广段的顺利开通,并获得了显著的技术经济效果。

5 水下爆破

随着日益增多的港口、码头、河道工程,中国的水下爆破技术近年来也取得了一些新的进展。

七十年代,在黄埔港附近的一段两公里长的河道上进行了两年多的工程中使用了水下爆破,在这项工程的爆破中,使用了可根据水位变化而调节的复式岩心管和可移式钻孔船,后者成功地解决了水上作业时对水面交通的干扰。这项中国最大的水下爆破工程共爆破了30万立方米的岩石,最后形成一条80米宽,9米深,可通行1万吨级的船舶的水道。

在中国的海港建设中,一个迫切需要解决的问题是海底软岩基底的处理。从1979年开始,在青岛港,南海及东海的防坡堤建造中,成功地使用了一些特殊的爆破技术,这些技术能推移捣实海底软泥。1987年,在连云港的建设中,使用了一系列包括爆破排泥、爆破夯实,爆破回填等新技术处理海底基底。通过大量的工程实践,积累了大量的资料数据,并建立了这种爆破的数学模型。实践表明,上述方法在各种类型的海下工程的基础处理中,具有消费省,操作简单的优点,有广泛的应用前景。

1986年,在葛州坝的建设中,使用孔外毫秒微差系统和双交叉连接非电起爆,在总装药量47.76吨的3000多个炮眼中顺序324段微差起爆,在满足安全要求的前提下成功地解决了摧毁一条800米长的混凝土围堰的技术难题。

在建造位于黄河大堤为郑州铝厂供水的一条水下通道中,使用了三排深孔,延迟66段的毫秒微差抛掷爆破,成功地拆除了围堰并确保了4米以外的泵房安全,和机械挖掘比较,节约近百万人民币。

在长江三峡险要的河道中,二十多年来应用水下爆破疏浚河道,清除暗礁,现在已能保证该地段的夜航安全,同时也积累了大量水下爆破经验。

除了上面所提到的,水下爆破还被用于港口和内河河道的清理。在十多个工程中使用了岩柱爆破清理。在这些工程中,水库湖泊的分流涵道出水口按照要求进行了爆破清理,其中最大的一次是在丰满电站,为了清除直径11米高18.5米的岩柱,在水港30米的地方使用了4吨多炸药。

6 拆除爆破

拆除爆破技术在中国的应用开始于五十年代。由于市政建设的发展和老企业的技术改造,愈来愈多的废旧建筑和结构需被拆除。目前,中国有100多个从事这类工作的公司,并进行了包括工业建筑设施,民用建筑,烟囱、水塔、拆梁、军事设施、油槽、室内基础等各种类型结构的爆破拆除工作。实践表明,这种控制爆破技术能够在复杂环境下控制飞石、震动、噪音,减少了公共危害,是一种安全经济有效的拆除方法。

目前在拆除工作中使用的爆破方法主要为钻孔爆破,水压爆破、静态爆破。经过长期的工程实践,在根据结构类型选择爆破方案,钻孔型式、药量计算、装药结构、起爆顺序、安全保卫措施等方面积累了大量的成功经验,同时,在对房屋运动和有害爆破效

应观察的基础上,对破坏机理、结构的失稳条件,建筑的解体倒塌进行了大量研究,在许多拆爆工程中,被爆结构的倒塌方向、范围、顺序能精确地控制,即使在常复杂的环境和非常困难的工程中,也取得了预计的效果。下面将介绍几个实例,这些实例大体代表了中国拆爆技术目前的状态。

(1) 石景山电厂旧机房的拆除

被拆建筑总面积2万平方米,钢筋混凝土结构,清除量5万立方米,建筑高度21~34米,10米外是居民区和铁路线。该项工程由中国科学院力学研究所牵头,获得缩短工期41天,节省投资3.5百万元人民币的经济益。

(2) 郑州铝厂高速离心压缩机房的拆除

该机房为钢筋混凝土结构,现场整体浇灌,有五个方框支架,位于高大的厂房内,一侧4米外有28条高架管线,另一侧是高架4分弯管。北京有色金属研究设计院提出了一个由非支承结构的拆爆,支承结构内钢筋的爆前电割,提高装药装置,钢绳拉线,特殊的起爆顺序等内容组成的爆破方案。实施结果,机房向内坍塌在原来位置,对周围结构没有造成损害。

(3) 北京中国华侨大厦的拆除

该大厦位于商业区,且靠近重要的通讯线路,由8层34米高的主楼和7层28米高的侧楼组成,总拆除量3000多立方米,中科院力学所的拆除方案由6000多个炮眼组成,装药约600公斤,9段的微差延迟,获得很好的效果。

拆除钢筋混凝土框架结构时,彻底破坏主要承重结构的部分立柱,常是整体破坏的先决条件。一些设计人员将爆破后暴露出的钢筋作为压杆,计算其临界荷载及长细比,得出最小失稳高度,确定承重立柱的爆破高度。铁道部科学研究院和解放军工程学院,使用这种方法分别成功地拆爆了北京旧科技馆和上海交大的铸造车间。铁道部第四设计院提出折叠式原地塌落爆破设计方法,有效

控制了倒塌范围,此外,水压爆破也是一种简单有效的方法,已广泛用于拆除废弃工事、油罐、水池及其他建筑物。在不能使用炸药的场合,可使用静态破碎剂或燃烧剂。为保证爆破作业安全,“拆除爆破安全规程”已经编辑完成。

7 炸药和起爆器材

中国每年的炸药消耗量达1百万吨,为了满足爆破技术发展的需要和安全要求,我们在新炸药和爆破材料的研究方面取得了很大进展,并初步形成了适合我国需要的炸药和起爆器材生产体系。目前多孔粒状铵油炸药、乳化炸药、重铵油炸药、胶质炸药、无梯硝铵炸药、耐热型低密度低爆速炸药,及其他一些特殊炸药,在我国被广泛用于满足各种不同的爆破需要。

近年来,我国对工业雷管的研究取得很大进展,各种电雷管和水雷管的延迟准确性和延迟间隔数目都大大地增加。例如,1989年研制出来的FPG—1非电高精度毫秒雷管有30个延迟间隔,标称延时1100毫秒,其间的延时间隔可为10、25、35、50、或100毫秒。另一个例子是能在特殊条件下使用的HS—1起爆管。这种抗热抗冻单层外壳结构的起爆管能在80℃到-40℃的温度范围内使用,并能防止拒爆和瞎炮。这些产品都达到国际先进水平。另一项由中国发明的无起爆药雷管,是雷管制造史上的一次技术突破。这种雷管已被注册专利并出口到其它国家。如果这种雷管被推广使用,雷管制造、运输、储存以及整个爆破操作的安全性将大大提高。

新型电磁起爆系统也在中国得到应用。这种系统由安全电雷管和特殊的电起爆器组成。安全电雷管仅接受特殊的起爆信号并能抗静电、杂散电流和射频电流。与这种系统配套的还有起爆电路测试仪和电流计。测试仪能测量干线电路并找出故障部位;电流计能在保持雷管端线短路的条件下测出雷管的电

阻。所有这些器材都为起爆提供了更大的安全性和可靠性。

除上面提到的进展外,还有低能导爆索、滑管点火装置、非电起爆的一些改进和发明,这些技术使我国在爆破方面进入了世界先进行列。

中国的爆破仪器的发展也是很快的。各种容量的轻型可靠的爆破仪表的生产已形成系列。各种爆破用万用表,杂散电流检测仪,雷电预警仪,爆速电子测试仪等正在赶上世界先进产品。这方面的典型例子是声光数字雷管检测仪和爆速智能仪。

8 爆破安全技术

在爆破安全技术方面,中国各工业部门在实践中积累了大量有价值的经验并进行了许多研究,诸如在由于静电、杂散电流、雷电、无线电等引起的早爆预防方面,在硫化矿山中的自爆预防方面,各种爆破过程的不同破坏效应,炸药起爆的安全可靠性的提高,安全爆破器材的研制,事故预防措施等。为了防止早爆事故,一种能抗静电、杂散电流和射频电的高能起爆系统已研制出来,这种电磁感应起爆系统的质量优于其它国家类似产品的质量。

在爆破产生的震动效应方面。我们也做了很多深入的工作。特别是对大规模的爆破,进行了系统的观察,收集了许多数据。这些数据对建立安全标准,评价爆破对结构安全的影响程度有重要意义。以这些从实践中得到的资料为基础,水利水电科学研究院最近提出在爆破震动研究中应用反射波谱理论和动态分析方法,对来自震动结构的频谱进行分析,可以计算出结构对爆破震动的动态响应和应力应变分布。这是一种先进的安全评价方法,并在一些工程中得到使用。

中国还进行了由于炸药库爆炸所产生的危害的特殊研究。这种研究对于发现这类事故的规律,制定防范措施是很重要的。

为了保证安全,中国在吸收总结国内外

炸药和起爆器材 在中国的使用现状及其发展

汪旭光[中国] 著

郑泽岱 译*

摘要: 本文详述了工业炸药(含水炸药, 粉状和粒状炸药, 中继起爆药柱)和起爆器材系列(工业雷管, 工业导火索, 工业导爆索, 塑料导爆管, 射孔弹, 高能燃烧剂)在中国的使用现状及其发展, 同时, 预测了世界上工业炸药及起爆器材的发展前景。

自五十年代后期, 工业炸药及起爆器材在中国得到迅速发展, 其标志为现代爆破药剂的使用以及高精度的、安全的延时电和非电起爆系统。在此阶段, 新产品、新技术相继出现, 产品系列增加, 技术更新加快, 各种爆破材料的年消耗量随着国民经济的迅速发展稳步增加, 很好地满足了不同的工程爆破的需要。在中国, 工业炸药的年消耗量为100万吨, 各种雷管的年消耗量为14亿只, 导爆索年消耗量为2.5千万米, 导火索年消耗量为5.5亿米。石油地震勘探需要多达2万吨的药柱以及200万个射孔弹。

本文从科研, 生产及应用三个方面叙述了工业炸药和各种起爆器材在中国的现状并预测了它们今后的发展。

1 工业炸药

作者认为, 中国的工业炸药的进展主要表现在含水炸药, 粉状和粒状炸药, 中继起爆药柱三个方面。

* 译自英文稿, 未经作者本人审阅

工程实践的基础上制定了全国范围的统一标准: “爆破安全规程”。它由“大爆破安全规程”, “拆除爆破安全规程”、“爆破工安全技术考核标准”等文件组成。认真执行

1.1 含水炸药

1.1.1 品种

含水炸药按其相继出现的发展历史来划分, 通常可分为浆状炸药, 水胶炸药和乳化炸药。自1959年以来以后, 浆状炸药在中国得到发展。六十年代中期, 抗水浆状炸药在中国东北的某些矿山使用。这些炸药主要用于露天矿大孔径炮孔($\phi > 150\text{mm}$)。某些浆状炸药代表产品的特征列于表1。表1中所列产品基本上构成了完整的应用系列。槐1号无梯浆状炸药用于中硬岩石有水孔爆破; 采取综合敏化措施的田菁10号浆状炸药可用于坚硬岩石深部有水孔爆破和大抵抗线爆破; 5号浆状炸药则介于两者之间, 可供调剂选择之用。

水胶炸药是一种主要由一甲基胺硝酸盐敏化的含水炸药。美国杜邦公司是生产水胶炸药的厂家。但水胶炸药在中国研究工作起步较晚, 直到七十年代中期我们才有了

这些规程对于保证爆破安全, 提高爆破技术人员和工人的安全意识是非常重要的。

(郑泽岱 校)

表1 5号、田菁10号和槐1号浆状炸药的配方与性能

牌 号	5 号	田菁10号	槐1号
氧化剂盐	70.2~71.5	66.0	77.9
水份	13.0	12.0	9.0
梯恩梯	5.0	10.0	
田菁胶	1.0	0.8	槐豆胶0.8
尿素		3.0	
硫磺粉		2.0	4.0
柴油	3~4	2.0	3.5
表面活性剂	1.0	3.0	2.5
交联剂浓度	1.4	1.0	2.0
发泡剂	0.5~1		0.5
密度 (g/cm ³)	1.15~1.24	1.2~1.3	1.05~1.2
爆速 (m/s)	4500~5600	4850	3400~4100
抗水性 (损失量%)	7.7	2.0	6.2~13.8
爆破漏斗体积 (m ³)	1.17	6.14	2.0
氧平衡 (g/g)	-2.22~-5.64	-4.87	+0.121

自己的产品。表2列出了中国研制的几种水胶炸药的配方。与此同时，淮北矿务局910厂从杜邦公司引进了水胶炸药生产技术和设备，促进了水胶炸药在中国的开发和应用。

乳化炸药系指一类用乳化技术制备的油包水型抗水工业炸药。乳化炸药的生产工艺可概括为连续式和间断式两种基本形式。从中国当前的技术水平和劳动力充裕廉价的实

际情况出发，七十年代后期，我国引进了间断式乳化技术和设备。实践证明这一决策是正确的。已有的间断论工艺设备与工艺条件控制，基本符合中国的国情，满足了乳化炸药迅速发展的需要，具有中国的特色，并且引起了某些外国公司的极大兴趣。

目前，连续式生产乳化炸药的技术和设备（年生产能力达1000吨和5000吨）也已成

表2 中国生产的几种水胶炸药的配方 (%)

牌号	SHJ—K	BGRIMM 1号	W—20	阜新3号
硝酸铵，硝酸钠	53~58	55~75	71~75	48~63
水	11~12	8~12	5~65	8~12
甲胺硝酸盐	25~30	30~40	12.9~13.5	25~30
敏化剂 铝粉	4~3		柴油2.5~3.0	
胶凝剂	2	0.6~0.8	0.6~0.7	0.8~1.2
交联剂	2	少量	0.03~0.09	0.05~0.1
密度调整剂	适量	0.4~0.8	0.3~0.5	0.1~0.2
氯酸钾			3~4	
稳定剂				0.1~0.4

功地得到发展并已工业化。中国生产的乳化炸药具有相当多的系列和品种,表3列述了现正大量生产的几个主要代表性的乳化炸药系列品种。就外观形态而言,不仅有常规软态的脂膏状品种,而且有不粘容器壁的弹塑态品种;就密度而言,既有普通密度($1.05 \sim 1.30 \text{g/cm}^3$)的品种,又有高密度、高爆速、高能量的品种;就使用条件而言,既有适于金属和非金属地下矿山爆破的岩石型品种,又有适于存在瓦斯和煤尘爆炸危险的煤矿许用型品种,还有用于石油勘探的震源乳化药柱;此外,兼有乳化炸药与铵油炸药(乳化炸药基质和多孔粒状铵油炸药的掺合产品*)也在大量生产。毫无疑问,我国现有的乳化炸药系列品种已能满足各种工程爆破的需要。今后应逐步使其走向统一的系列

化和标准化,以利于使用者根据不同矿岩条件、爆破方法和气温条件等合理选用适宜的品种。

1.1.2 炮孔装药机械化

实践表明,要使含水炸药在矿山爆破作业中发挥更大的经济效益,有效的手段是实现炮孔装药机械化。1963年,美国埃列克化学公司为鹰山铁矿提供了世界上第一台浆状炸药装药泵车以及相应的浆状炸药新品种。经过二十多年的发展和改进,在现场对浆状炸药、水胶炸药和乳化炸药进行混合及装药的技术已在世界上得到广泛应用,并取得良好的技术经济效益。虽然中国在六十年代中期即已在矿岩爆破中采用浆状炸药,但第一辆浆状炸药泵送卡车以及可泵送的浆状炸药直到七十年代中期才开始出现。装药机械化

表3 中国生产的几种典型乳化炸药系列品种

名称	品种	主要特点	主要用途
EL	EL—101~104	常规型小直径雷管敏感的乳化炸药	各种工程爆破,特别是有水孔或水下爆破
CLH	CLH—1~4	高密度、高爆速、高威力,非雷管敏感品	球形药包爆破,特别是VCR采矿法分层爆破
SB	SB—1~5	不粘手、不粘袋壁的弹塑性体,小直径雷管敏感品	各种工程爆破,特别是地下扇形上向孔爆破
BME	BME—1~3	兼有乳化炸药与铵油炸药的特点,通常是非雷管敏感品	露天大孔径台阶爆破,峒室爆破,地下中深孔爆破
	BME—1~4	高能量雷管敏感品	石油地震勘探中作震源药柱
BY	3级	小直径雷管敏感弹塑态	用于有瓦斯和煤尘爆炸危险的矿井
RJ	RJ—1~2	常规小直径雷管敏感的乳化炸药	各种工程爆破,特别是有水孔和水下爆破
RHC	RHC—1~2	常规型可泵送乳化炸药,一般系非雷管敏感品	露天大孔径爆破,特别适于炮孔装药机械化
可泵送乳化炸药		常规型可泵送乳化炸药,通常是非雷管敏感品	露天大孔径爆破,特别适于炮孔装药机械化
露天型	111, 112	常规型大直径袋装品,通常是非雷管敏感品	露天大直径炮孔爆破,特别是水孔爆破
煤矿许用型	2级	常规型小直径雷管敏感的煤矿许用乳化炸药	适于有瓦斯和煤尘爆炸危险的煤矿矿井爆破
岩石型		常规型小直径雷管敏感的岩石乳化炸药	各种非煤岩石巷道爆破,特别是有水孔和水下爆破
WR—5		常规型小直径药卷,雷管敏感品	各种工程爆破,特别是有水孔和水下爆破

* 译者注

明显落后于浆状炸药的发展。但是近年来乳化炸药的炮孔装药机构化却得到迅速的发展。泵送乳化炸药的混装车以及在车上制备乳化炸药已分别在包头白云鄂博铁矿和海南铁矿研制成功,并通过了部级鉴定。此外,本溪钢铁公司的南芬露天铁矿和江西铜业公司的德兴铜矿都引进了美国埃列克化学公司的乳化炸药混装系统及其相应的炸药技术,长冶矿山机械厂也已与埃列克化学公司合作生产此种卡车无疑,这将为我国更好地实现乳化炸药炮孔装药机械化提供有益的经验。

1.2 粉状和粒状炸药

我国特殊的历史条件使得粉状铵梯炸药(主要成份为结晶硝酸铵,梯恩梯,以及木粉)仍在我国工业炸药中占有相当大的比例。这种炸药的缺点是:含有大量的有毒成份(梯恩梯),容易吸湿和结块,缺乏抗水性。最近,北京矿冶研究总院采用复合油相材料的复配表面活性剂等综合敏化与防潮措施,大幅度地降低了铵梯炸药中梯恩梯的含量,减少了生产与装药过程的粉尘量,从而很好地解决了粉状硝酸铵炸药的防潮防结块问题。尚应指出,一种不含梯恩梯且性能与2号岩石铵梯炸药相同的新型无梯粉状岩石炸药经过一系列试验后已经问世。

自五十年代中期,廉价的铵油炸药就得到广泛的应用,但是直到七十年代中期,在中国主要使用的铵油炸药的品种是粉状铵油炸药(主要成分为结晶硝酸铵,柴油,以及木粉和铵松蜡炸药(主要成分为结晶硝酸铵,松香和石蜡))。随着多孔粒状硝酸铵炸药产量的不断增加和乳化炸药技术的迅猛发展,多孔粒状铵油炸药和重铵油炸药以及炮孔装药机械化技术已得到极大的发展,铵油炸药在工业炸药中的比重迅速增加。目前,在中国金属矿山,其铵油炸药用量占全部炸药总用量的75%~80%。

另外,我国专供光面爆破使用的低密度、低爆速、低威力粉状炸药近年来涌现了

不少新品种。例如,庆阳化工厂生产的粉状硝化甘油炸药的光爆药卷,直径25mm,长500mm,性能稳定,使用效果良好,只是价格稍贵。北京矿冶研究总院研制的以硝酸铵为基础的不含硝化甘油的低密度低成本粉状炸药,也具有良好的性能,其密度为 $0.4\sim 0.6\text{g}/\text{cm}^3$,爆速 $1900\sim 2300\text{m}/\text{s}$,殉爆距离4—6cm,储存期4个月以上,这是一种适宜于光面爆破的理想炸药。

1.3 中继起爆药柱

随着现代爆破药剂的迅速发展和广泛使用,中继起爆药柱便成为工程爆破中不可缺少的爆破器材。在1978年以前,我国浆状炸药的起爆一般都是使用矿山自制的铸装黑梯药柱(黑索金:梯恩梯=1:1),大直径炮孔中的铵油炸药起爆一般使用1公斤左右的2号岩石炸药卷,起爆效果往往不太理想。近十余年来,我国中继起爆药柱逐渐转由专业工厂生产,其品种有压装泰安药柱,黑索金药柱和梯恩梯药柱。这些药柱的外观形态、重量、起爆能力以及预留中间孔等均与国外同类产品相当,运输、使用方便,较好地满足了浆状炸药、铵油炸药和重铵油炸药的起爆需要。不仅如此,而且还出现了专用起爆器具,例如砂矿层砾石破碎弹,有效地解规了砂矿勘探中的砾石破碎技术,大大减少了废孔。

2、起爆器材

2.1 工业雷管

在中国有40多个工厂生产工业雷管。为满足不同的爆破要求,中国每年要生产14亿只工业雷管,其中火雷管约占35~40%,瞬发电雷管约占35~45%,毫秒延期电雷管约占15%,1/4秒、1/2秒、1秒延期电雷管共占约5%,非电起爆雷管约占5%。雷管外壳通常由纸,铜,铝合金,铁和镀铜的钢制作,脚线为铁线或铜线。毫秒延期电雷管和非电起爆雷管的延期时间分为30个间隔段,高精度毫秒延期非电起爆雷管也具有相

同的段数,最高段别(第30段)是1350毫秒。最近十余年来,几种新产品已经问世,雷管精度已获改善。

2.1.1 无起爆药雷管

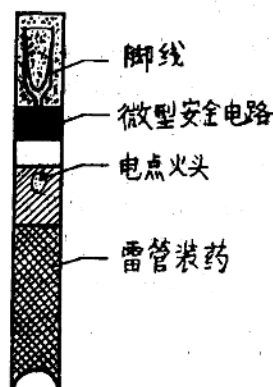
顾名思义,无起爆药雷管是一种取消了起爆药的雷管。我国科研人员基于炸药由燃烧转变为轰的原理,以内壳增强约束条件,研制成无起爆药雷管。在冶金部安全环保研究院的帮助下,云南省东川矿务局建成了我国第一条无起爆药雷管生产线,其产品既有电雷管又有非电雷管,毫秒延期雷管有1~20段,秒延期雷管有1~7段,基本上形成了产品系列化。此外,华东工程学院成功地用高能量不含爆炸物的引燃剂取代了雷管中的起爆药,为实现无起爆药雷管开辟了一条新的技术途径。

2.1.2 安全电雷管

BJ-1型干全电雷管是由北京矿冶研究总院研制成功的,它是通过在电雷管的脚线与桥丝之间镶入一个尺寸为 $5 \times 5 \times 3 \text{ mm}$ 的微型干全电路来实现的。其工作原理是:当电雷管的脚线接受到外界电能信号以后,在电路内部进行信号识别,若是静电、直流电或频率低于 1000 Hz 的低频交流电,电路能进行识别,不向电雷管的桥丝传输,避免了不应有的电危害。只有当输入的电信号符合预先设定的起爆信号时,电流才能顺利地通过电路到达桥丝,将雷管引爆。BJ-1型安全电雷管的结构示于图1。

实践表明,微型安全电路具有类似计算机的接收、识别和处理信息的功能,可以有效地抵御静电、交流和直流杂散电流、射频电流、工频感应电流和雷电等外来电的危害,从而确保电爆作业的安全。

另外,阜新矿务局12厂还生产和出售毫秒延期传爆器材—继爆管,它由导爆索、延期元件、起爆药和猛性炸药组成。该厂生产单向继爆器和双向继爆管,它们通常具有6个间隔的段别。



2.2 索状起爆器材

索状起爆器材通常有三种:工业导火索、导爆索,以及塑料导爆管。

2.2.1 工业导火索

这是一种延期火焰传递索状产品。虽然其延期时间并不十分精确,但可以十分方便和灵活地与火雷管配合使用。目前,由40多个工厂生产的导火索的年耗用量约为5亿米,产品分为普通导火索和碳质导火索,其燃速分为 $100 \sim 125 \text{ s/m}$ 和 $180 \sim 215 \text{ s/m}$,后者的年耗用量小于前者的 $1/10$ 。

2.2.2 工业导爆索

这是一种以 $6500 \sim 7000 \text{ m/s}$ 的爆速传递爆轰波的索状产品。由8个厂家生产的导爆索的年耗用量为3000万米。按用途可分为普通导爆索,震源导爆索,煤矿许用和油井用导爆索,分别用棉线、塑料或铅皮包覆。这些导爆索的单位药量列于表4。

铅包导爆索主要用于起爆超深油井的射

表4 不同导爆索的单位药量(g/m)

型号	单位药量不少于
普通导爆索	11~12
震源导爆索	37~38
煤矿许用导爆索	12~14
油井用导爆索	30~32或18~20

孔弹, 它能耐受高温 ($>170^{\circ}\text{C}$) 和高压 ($>680\text{kgf}/\text{cm}^2$), 也可在其他具有高温高压的特殊爆破场合使用。

2.2.2 塑料导爆管

这是一种传递爆轰波的塑料管, 与非电起爆雷管配合使用就形成非电起爆系统。该系统爆破作业时勿需电能, 延时准确, 使用方便, 已在我国得到广泛应用, 并作出许多改进, 使其更加完善。例如, 1986年1月, 在葛洲坝水电站大江上游用爆破拆除混凝土防渗墙, 采用非电塑料导爆管双并串联交叉网路进行炮孔延期爆破, 一次成功地爆破了3546个炮孔, 总延时为8100毫秒, 共分324段起爆。这样的网路也已成功地用于其他类似爆破工程。另外, 中国在最近几年还研制出高强度塑料导爆管和耐高温 ($80\sim 100^{\circ}\text{C}$) 塑料导爆管, 以满足特殊爆破的需要。

3、其他爆破器材

3.1 射孔器材

这类器材用于穿孔、破碎金属和矿岩等, 其工作原理是能量会聚和射流效应。用于油井穿孔的射孔弹的年耗用量为2百万个, 由8个工厂生产。根据入口孔径的不同和有无枪身, 射孔弹有24种牌号。钢射孔弹用于对结瘤块穿孔, 其入口通常为50mm, 射孔深度520mm, 只有一个厂家生产这种产品。钢出口射孔弹用于平炉射孔, 当药量为39~55g时, 对45号钢的穿甲深度为90~115mm, 延时7~8.5秒, 也只有一个工厂生产这种产品。

3.2 静态破碎剂

这是一种主要含氧化钙和一定量的添加剂的膨胀材料。由于氧化钙的水化作用, 放出大量的热, 体积膨胀, 导致孔内出现高压, 使介质破碎。最近它已成为工程爆破中一种非常有效的破碎材料, 特别适宜于煤矿以及城区内老建筑物的拆除。目前有十几个厂家生产五种静态破碎剂。

3.3 高能燃烧剂

高能燃烧剂由氧化—还原反应所产生的热和气体压力来开裂岩石和混凝土基础, 其破碎能力介于炸药和静态破碎剂之间, 但它不需要起爆雷管, 且制备方便而灵活。显然对于城区旧建筑物的拆除爆破具有吸引力。

4、发展与展望

根据中国市场对工业炸药和起爆器材的可能需求, 作者对工业炸药和起爆器材在未来若干年的进展作出如下预测:

(1) 进一步开发乳化炸药的新产品并致力于改进产品质量。重铵油炸药在更广泛的应用中将得到优先发展。含水炸药的应用技术应逐步完善和发展, 特别是现场混装技术。含水炸药在工业炸药总量中的比重将会稳步增加, 到2000年, 该比重将由目前的10%增至25%左右。

(2) 乳化炸药的生产技术将会逐步完善, 以适应生产技术的轻、小、高效的需要。

(3) 在推广应用铵油炸药和铵松蜡炸药的同时, 可与2号岩石铵梯炸药媲美新型无梯粉状炸药将得到迅速发展并逐步取代铵梯炸药。用于光面爆破和预裂爆破等所需的特殊炸药系列应得到改进以增加这些炸药的灵活性和适应性。

(4) 塑料导爆管非电起爆系统的生产和应用技术将得到进一步发展, 特别是现场制备乳化炸药结合非电起爆系统的应用领域应进一步扩大。

(5) 无起爆药雷管和安全电雷管将会得到广泛的推广和应用, 同时, 等间隔高精度雷管应进一步完善以增加爆破工作的安全性和可靠性, 获得更好的爆破效果。

(6) 为满足特殊爆破要求的特殊起爆器材和工业炸药应得到发展, 例如研制适用于具有自燃和自爆危险的硫矿床的散装安全炸药以及相应的机械化装药手段。

(7) 要加强基础研究, 以促进工业炸药和起爆器材及材料新产品的进一步发展。

(陈汝翼 校)

岩石节理方位对爆破设计参数影响的试验研究

Rajiv Badal [印度]

程 康 译

摘要: 本文采用粘结石灰岩模拟不同方位节理, 进行了室内模型试验。试验中改变不同炮孔间距与抵抗线的比值, 分析试验依据爆破块度分布, 抛掷和残留率。结果表明不同的方位有不同的孔间距与抵抗线之比。

1 引言

岩石的构造面和构造面的特性对爆破结果有较大的影响。为了讨论归一化, 把大部分岩石结构面采用技术语“间断”表示。各种间断与节理具有类似的力学特性, 因此把“间断”用“节理”表示。节理把岩体分割成不同岩块, 这些岩块决定了不同的爆破结果。

许多研究者对节理特性与某些爆破参数(如抵抗线)的关系已经提出了各自的见解。Hagan (1980) 提出当两节理之间的距离较大时, 建议采用小抵抗线。Singh和Sarma (1983), Singh和Sastry (1987) 观察发节理方位影响爆破结果, 最优抵抗线随节理方位影响爆破结果, 最优抵抗线随节理方位的变化而改变。Bhandari (1983) 指出节理岩体中加大抵抗线会导致大块产生。Ash (1973) 小型试验中发现, 当其大部分节理垂直自由面时, 采用孔间距与抵抗之比为1:4较合适。Hagan (1973), Winzer和Ritter (1980) 建议当其大部分节理横穿自由面时, 尽管已推荐采用小孔距, 但此时可采用大孔距, 但是他们没有提出对于不同的节理方位什么样的比值是合适的。Bhandari和Badal (1990) 在抵抗线等于35mm时, 改变不同节理方位, 试验结果获得了不同的S:B比值(即孔间距与抵抗线的比值)。水平节理S:B=3, 正交垂直节理S:B=4, 平行垂直节

理S:B=2, 垂直下倾斜60°节理S:B=3, 垂直上倾斜60°节理S:B=4, 平行倾斜60°节理S:B=2, 垂直下倾斜30°的节理S:B=4, 垂直上倾斜30°节理S:B=3, 和平行倾斜30°节理S:B=2。在本文中, 取抵抗线为30~40mm, 利用不同方位的最佳比值S:B, 建立抵抗线、间距和节理方位三者之间的关系。

2 试验研究

Bhandari和Badal(1990)和Badal(1990)对试验过程进行了详细讨论。本文采用同样的节理方位命名法, 根据主控节理面方向与爆破方向的关系确定。试验中改变六种不同节理方位: (a) 水平节理, (b) 正交垂直节理, (c) 平行垂直节理, (d) 垂直上倾斜60°节理, (e) 平行倾斜60°节理 (f) 平行倾斜30°节理。

试验采用小型台阶爆破, 模型尺寸为(600mm×300mm×300mm), 装药结构为长条形柱状药包。模型采用巴黎泥灰粘结石灰石片(厚20~30mm)而成, 为了获得预期的目的, 同种方位节理设计四种模型试验。试验中在抵抗线为30mm和40mm时, 采用与Bhandari和Badal试验所得的相同的S:B比值。炮孔直径6.2mm, 使用6g%的导爆索, 大帆布罩防护。

3 试验分析

分析试验爆破依据爆破块度质量、颗粒的分布, 爆块抛掷等等。根据块度粒径分布, 计

算平均粒径、大块指数、小块指数、新破碎面积和质量表面积。计算过程参照 Heywood 和 Pryor (1946); Pryor (1965); Bhandari (1975); Smith (1976)。其结果见表 1。

3.1 水平节理 如图 1a 所示, 当其抵抗线等于 35mm, 炮孔间距等于 105mm 时, 爆块质量和质量表面积较大。可是在相同间距, 改变抵抗线为 30mm 和 40mm 时, 其爆块质量和质量表面积较小。平均粒径在抵抗线等于

表 1 含节理岩块中不同抵抗线和孔间距下两炮孔试验结果

试验 编号	节理方位	间距 mm	抵抗线 mm	爆块 质量 kg	平均 粒径 mm	新破碎 面积 m ²	质量表 面积 kg·m ²	大块 指数	小块 指数	最大块 抛掷距 离 m
1	水平节理	90	30	2.068	24.56	0.66	1.37	1.14	0.04	1.22
2	"	105	30	1.905	25.14	0.58	1.11	0.91	0.04	1.22
3	"	140	35	2.059	31.00	0.50	1.03	1.73	0.04	1.50
4	"	105	40	2.255	37.10	0.46	1.05	2.60	0.02	1.07
5	"	120	40	2.569	35.28	0.56	1.44	2.19	0.02	1.29
6	平行垂直节理	60	30	0.510	14.76	0.27	0.13	0.43	0.14	1.71
7	"	70	30	0.819	24.38	0.25	0.20	1.18	0.16	1.47
8	"	70	40	0.665	13.69	0.38	0.25	0.26	0.10	1.56
9	"	70	35	1.145	18.69	0.47	0.54	0.82	0.07	1.39
10	"	80	40	0.753	28.19	0.20	0.15	0.70	0.09	1.81
11	正交垂直节理	120	30	2.023	41.22	0.36	0.74	2.69	0.03	1.58
12	"	140	30	1.652	24.87	0.50	0.84	0.97	0.04	1.99
13	"	140	35	2.442	33.06	0.59	1.44	1.39	0.04	1.44
14	"	140	40	2.581	43.56	0.44	1.14	3.47	0.02	1.53
15	"	160	40	3.573	43.89	0.52	1.61	3.29	0.02	1.88
16	垂直上倾斜 60° 节理	120	30	1.165	23.65	0.37	0.43	0.95	0.06	1.60
17	"	140	30	1.582	25.79	0.46	0.74	0.86	0.05	1.86
18	"	140	35	1.942	37.41	0.39	0.76	2.52	0.02	2.06
19	"	140	40	2.232	43.84	0.38	0.85	3.46	0.03	1.94
20	"	160	40	2.090	41.68	0.37	0.78	4.52	0.02	1.92
21	平行倾斜 60° 节理	60	30	1.368	20.96	0.51	0.70	0.77	0.07	0.99
22	"	70	30	0.760	15.67	0.38	0.29	0.54	0.16	1.67
23	"	70	35	0.972	15.68	0.48	0.47	0.43	0.10	1.46
24	"	70	40	1.115	25.93	0.33	0.37	0.96	0.07	1.26
25	"	80	40	0.947	18.22	0.41	0.38	0.71	0.11	1.63
26	平行倾斜 30° 节理	90	30	1.374	26.46	0.40	0.55	1.04	0.06	1.03
27	"	105	30	1.373	23.74	0.45	0.62	0.60	0.07	1.20
28	"	105	35	1.295	21.06	0.48	0.62	0.68	0.08	1.62
29	"	105	40	1.524	28.35	0.41	0.63	0.98	0.06	1.30
30	"	120	40	1.676	30.29	0.43	0.72	1.30	0.03	1.72