药卷切割装置在地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破施工中的应用

郝 利 军， 纳 小 平， 冯 俊 淮， 白 军 平， 肖 应 锋
（中国水利水电第五工程局有限公司，四川 成都　610066）

摘　要：岩壁吊车梁开挖施工是水电站地下厂房施工中质量要求最高、工艺要求最严格、技术难度最大的关键部位。岩壁吊车梁开挖的成型质量直接影响到后期岩壁梁的运行安全，是岩壁梁成败与否的第一关键要素，复杂地质条件下岩壁梁开挖难度更大，对技术要求更高。笔者介绍一种 2 号岩石乳化炸药的药卷切割装置，用于解决需要准确间隔装药时人工使用刀具切割炸药效率低、人员投入大等问题，大大地提高了分割药卷的精准度，加快光面爆破小药卷制作速度。

关键词：岩壁吊车梁；岩台；光面爆破；药卷切割
中图分类号：TG580.66　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1001-2184(2023)01-0122-04

Application of Cutting Device of Dynamite Roll in Smooth Blasting of Rock-bolted Crane Girders Platform in Underground Powerhouse

HAO Lijun, NA Xiaoping, FENG Junhuai, BAI Junping, XIAO Yingfeng
(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: The construction of the rock-bolted crane girders is the key part with the highest quality requirement, the strictest technology requirement and the greatest technical difficulty in the underground powerhouse construction of hydropower station. The excavation quality of rock-bolted crane girders directly affects the operation safety of rock-bolted crane girders in the later stage, and is the first key factor for the success of rock-bolted crane girders. Under complex geological conditions, rock-bolted crane girders excavation is more difficult and has higher technical requirements. This paper introduces a kind of 2# rock emulsion explosive roll cutting device, which is used to solve the problems of low efficiency and large personnel investment in manual cutting of explosives with knives when accurately spaced charges are demanded. This device can greatly improve the accuracy of splitting the rolls and accelerates the production speed of small rolls for smooth blasting.

Key words: Rock-bolted crane girders; Rock platform; Smooth blasting; Cutting of dynamite roll

1　概　述

硬梁包水电站位于四川省甘孜藏族自治州泸定县大渡河干流上，为四川省大渡河干流最新规划 28 级方案的第 14 级电站，上游为泸定水电站，下游梯级衔接大岗山水电站，水电站厂房分为地下大厂房和生态河床式厂房，地下厂房安装 4 台单机容量为 270 MW 的混流式水轮发电机组，生态电站安装 1 台单机容量为 36 MW 的轴流转浆式水轮发电机组，电站总装机容量 1 116 MW。

硬梁包水电站地下厂房总长 196.90 m，顶拱跨度 27.20 m，岩壁吊车梁下部跨度 24.40m，其中主机间长122.15m，安装间长54.90m。岩壁吊车梁岩台覆盖整个安装间及主机间，上下游边墙平行布置，岩台上拐点高程 EL. 1 147.40，岩台下拐点高程 EL. 1 145.00，岩台尺寸为 1.40 m×2.40 m(宽×高)，斜面与铅垂面的夹角为 30.26°。

2　工程地质条件

硬梁包水电站地处青藏高原东南部川西北丘状高原东南缘向四川盆地过渡地带，为川滇南北向构造带北端与北东向龙门山断褶带、北西向鲜水河断褶带和金汤弧形构造带的交接复合部位，区域地质构造背景复杂。

地下厂房工程地质条件复杂，区域性得妥断裂从大渡河右岸耳子场斜切大渡河至左岸花石包上游侧，并从左岸Ⅱ、Ⅲ级阶地后缘的岸坡穿越厂

收稿日期：2022-07-22

区，得妥断裂在花石包附近分为东西两支，受得妥断裂控制影响，厂址区Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级结构面均有发育，厂址区共揭示软弱结构面 137 条，Ⅱ级结构面发育 5 条，分别为 F1、F2、F3、F4、F5 断层，Ⅲ级结构面 29 条，Ⅳ级结构面有 104 条，主要分布于 F3、F4 断层上盘区域，产状以 NW、NWW、NEE 向，中、陡倾角为主。

硬梁包水电站地下厂房围岩受地质构造和蚀变岩影响，岩体呈现“硬、碎、杂”的特点，不仅在厂房纵向，而且在厂房横向范围内，上游为灰黑色闪长岩，下游可能变为灰白色花岗岩，节理产状也可能由陡倾变为缓倾，因此地质情况“十米不同性，五米不同样”，Ⅱ层开挖过程中揭示岩石强度十分不均匀，岩石强度 19.8 ～126.7 Mpa，软硬差异大；裂隙很发育，多存在不利组合，构造作用明显，揭示断层影响带、节理密集带、破碎带、分布广泛的成组缓倾角张开裂隙，岩体破碎；岩性有灰黑色的闪长岩、灰白色的花岗岩、绿色的蚀变岩，岩性杂乱、裂隙杂乱无章。

在这种复杂地质条件地下进行岩壁吊车梁岩台的施工难度大，对于岩台光面爆破工艺的要求非常高，爆破药量的使用要求非常精准，岩台区光面爆破效果受到非常大的制约[1]。

3　药卷切割装置

在地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破的施工过程中，岩台区光面爆破要求高，规范中岩壁吊车梁岩台垂直和斜向孔光面爆破要求采用小药量，线装药密度 50～120 g/m[2]。目前市场上炸药生产主要以 ϕ25/0.15 kg、ϕ32/0.3 kg“火腿肠”式药卷为主，通过现场的实际调查发现，操作人员大多使用人工工具刀切割药卷控制药卷的重量，采用人工工具刀切割药卷不仅效率低，操作困难、费时费力，还存在不稳定性，药卷切割时不能保证分切质量，药量不准，易松散，难以达到精确控制炸药量的标准，且药卷药量易损失[3]。

针对上述存在的技术不足，为满足施工需要提供了一种地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置，按照装置中可以调整改变刀片组间距的调控弹簧、调距装置，移动炸药至装置的固定槽中，可以一次性快速分切多根乳化炸药，采用药卷切割装置的分切精准度、效率高，解决了现如今人工工具刀切割效率低、药量不准、易损失的问题。

岩壁梁竖向和斜向光爆孔孔径为 ϕ42，孔间距为 35 cm，药卷直径为 25 mm，现场装药前将分段后的 25 mm 药径人工重新加工修整为 22 mm 药径，不耦合系数为 1.9(1.8～2.0)[4]。线装药密度根据实际孔深进行个性化装药，原则是保证线装药密度不变，调整间隔长度和间隔药量[5]。

4　药卷切割装置设计及应用

一种地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置，包括一个利用弹簧调控间距的切割刀片组、移动固定凹槽，所述刀片组包括数片平行刀片、组间弹簧、调距装置，所述刀片通过刀片固定环活动连接在主受力轴承和辅助受力轴承上。主受力轴承上嵌套组间弹簧，活动连接上下分箱，组间弹簧置于刀片组和刀片与上分箱侧板之间，弹簧与刀片固定环、上分箱侧板刚性连接，辅助受力轴承刚性连接在上分箱侧板上，通过刀片辅助固定环活动连接刀片，调距装置由固定在调距杆上的调距扳手和锁距环组成，调距杆刚性连接于上分箱侧板，调距扳手通过固定环活动连接在调距杆上，并与外侧刀片固定环刚性连接，锁距环活动连接在调距杆上，锁距环通过丝口旋转调距开口环形装置与锁距杆间的摩擦力实现固定功能，所述移动固定凹槽由带有数个半圆形开口的独立箱侧板和下部滑槽组成，活动连接在下分箱底板，下分箱底部还刚性连接有四个尖底脚架，尖底脚架底部为弧形，上分箱张开直立时之顶部还刚性连接有硬型提手。岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷准确切割装置俯视图见图 1，岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置侧(左)视图见图 2，地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置正视图见图 3，地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置刀片尺寸图见图 4。

该设计采用机械代替手工的操作方式，使用者通过上下控制刀片箱即可进行乳化炸药的分切工作，刀片箱和切割箱可合拢，从而方便携带，通过扳动调距扳手，即可带动刀片组整体等比例移动，改变分切长度，使乳化炸药分切操作更加快捷、准确，通过移动固定凹槽，可以提高分切稳定性，大大提高了乳化炸药的分切精准度及效率，减少人员投入，提高爆破工作效率。

使用时，将装置放置在稳定的地面上，向上开

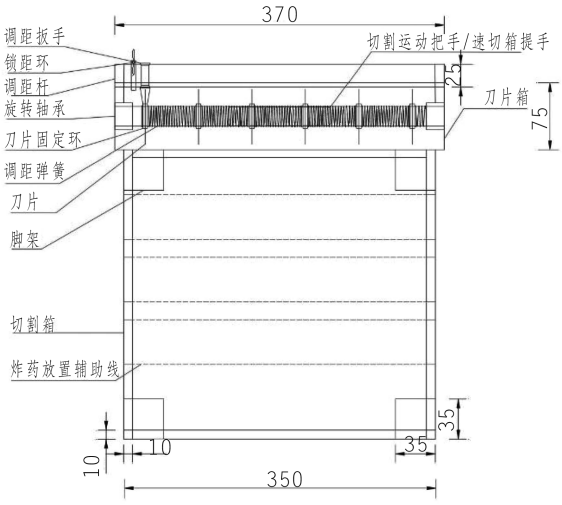

图 1　岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置俯视图(单位:mm)

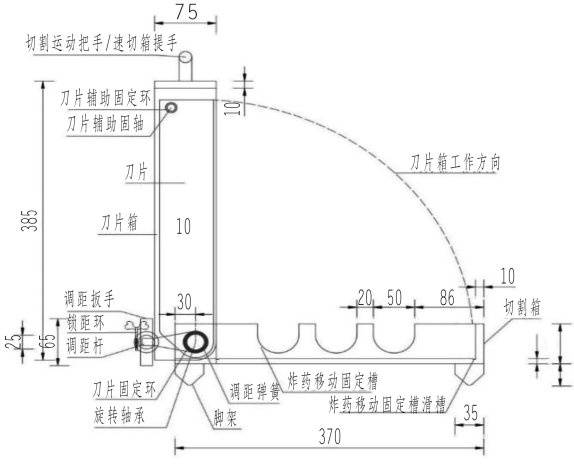

图 2　岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置侧(左)视图(单位:mm)

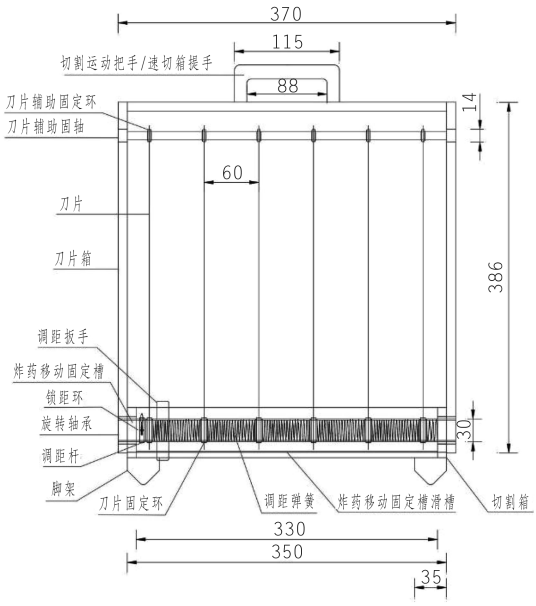

图 3　地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置正视图(单位:mm)

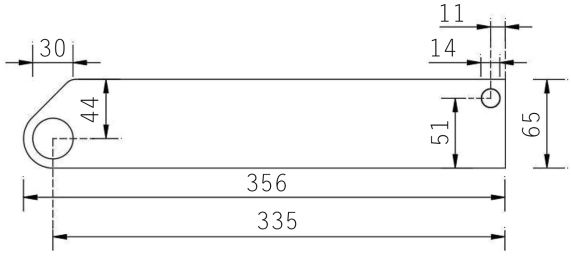

图 4　地下厂房岩壁吊车梁岩台光面爆破药卷切割装置刀片尺寸图(单位:mm)

启刀片箱,左右扳动调距扳手,将刀片组间距调整到适当值,手动保持间距,同时顺时针拧动锁距环上扳手,增加锁距环与调距杆间的摩擦力,使之固定在调距杆上,达到锁定刀片组间距的目的,而后保持刀片箱开启状态,将欲切割的乳化炸药一端放置在炸药移动固定槽的凹槽内,整体位于切割箱中,向另一侧推动炸药移动固定槽,待炸药整体抬起后,向下闭合刀片箱即可。

采用机械代替手工的操作方式,使用者通过上下控制刀片箱即可进行乳化炸药的分切工作,刀片箱和切割箱可合拢,从而方便携带,通过扳动调距扳手,即可带动刀片组整体等比例移动,改变分切长度,使乳化炸药分切操作更加快捷、准确,通过移动固定凹槽,可以提高分切稳定性,大大提高了乳化炸药的分切精准度及效率,减少人员投入。

5　药卷切割装置应用注意事项

(1)药卷切割装置在使用前,应使施工人员熟悉和掌握药卷切割装置的结构和性能,熟悉其操作方法和注意事项,并且检查装置是否存在安全隐患。

(2)药卷切割操作工须经过专业培训后由专人负责操控,操作人员应充分了解施工现场的情况,尤其是在药卷切割过程中,对药卷的准确切割。

(3)药卷切割期间,必须定时检查组间弹簧是否存在松动、无法调控间距、受力轴无法受力等,一旦发现必须立即进行修复。

(4)药卷切割装置的下分箱底部的四个尖底脚架置于稳固、结实的平台上上。平台需具有足够的支撑力,在使用过程进行调试和安排专人进

行监护和安全管理工作，操作过程中若发生移动现象，应重新置于稳固、结实的平台上。

(5)使用时，应将炸药水平放置在固定槽中，不可随意移动其位置，严禁将手放入装置内，切割药卷过程中若发生黏刀、卡刀等无法进行切割，应立即停止工作，待专人检修正常后方可继续操作。

(6)药卷切割装置不得切割金属等物品。

(7)药卷切割完毕后，需要对切割装置进行清洗并用干布擦拭干净，认真做好切割装置的日常保养工作。

6　结　语

通过现场试验论证，采用药卷切割装置对于岩壁光面爆破效果具有较大提高，在面对地质条件复杂，岩体节理裂隙很发育，杂乱，裂隙面普遍存在绿帘石化面蚀变现象，通过切割装置刀片组间距的调整改变，移动炸药固定槽，可以一次性快速分切多根乳化炸药，分切精准度高、效率速度快，解决了现如今人工工具刀切割效率低、药量不准、易损失的问题，在确保施工进度的前提下，保证了光面爆破开挖质量，减少了超欠挖量，保证了岩台成型，提高了质量目标，节约了工程施工成本，同时为后期岩壁吊车梁运行安全打下了坚实的基础。

参考文献：

[1]　张维，杜芙蓉. 水电站地下厂房岩壁吊车梁综述[J]. 红水河，2005(03)：79-82.

[2]　李洪涛. 大型地下厂房施工程序及开挖方法研究[D]. 武汉大学 2004.

[3]　祝文化，李元章，程康，等. 地下厂房吊车梁岩台爆破开挖试验研究[J]. 工程爆破，2004(1)：55-57.

[4]　段征宇，钟平. 岩锚吊车梁基础开挖爆破方案的设计优化与实施[J]. 工程爆破，2004(1)：50-54.

[5]　刘俊杰. 浅谈水电站地下厂房岩锚梁岩台开挖的施工技术[J]. 中国高新技术企业，2015(3)：125-126.

作者简介：

郝利军(1982-)，男，山西浑源人，硬梁包厂区枢纽项目部项目经理，高级工程师，本科，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

纳小平(1993-)，男，宁夏银川人，硬梁包厂区枢纽项目部工程质量部副主任，助理工程师，本科，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

冯俊淮(1990-)，男，四川岳池人，硬梁包厂区枢纽项目部工程质量部主任，工程师，二级建造师，本科，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

白军平(1985-)，男，甘肃岷县人，硬梁包厂区枢纽项目部副总工，工程师，一级建造师，注册监理工程师，本科，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

肖应锋(1998-)，男，甘肃徽县人，硬梁包厂区枢纽项目部工程质量部科员，本科，从事质量管控工作.

(责任编辑：吴永红)

(上接第 116 页)

10 月下旬开始预进占，11 月初形成龙口开始截流施工，并于 11 月 6 日完成合龙。

基于对河道水情和地形地质条件的分析，选定了截流方式和标准，并依据水力学计算与模型试验研究成果，科学选定了龙口位置，制定了可行合理的截留进占程序截流备料设计，为大江截流的顺利实施提供了坚实的技术支撑。该工程截流期间，受到上游泸定水电站发电影响，按照较大流量进行预进占和截流备料设计，合龙期间考虑上游电站控泄降低河道流量，有效降低了截流难度，可为类似工程截流设计提供成功经验和有效参考。

参考文献：

[1]　刘晓博，华尖多杰，任高强. 桐子林水电站三期(明渠)截流设计与施工[J]. 四川水力发电，2016(35)：4-7.

[2]　宋亦农，周 洁，李勇刚. 龙滩水电站截流设计与施工[J]. 红水河，2004(23)：1-3.

[3]　马增翼，张述毕，王培培. 大渡河泸定水电站截流设计与施工[J]. 云南水力发电，2010(3)：49-54.

[4]　彭国勇，张安平，宋凯涛. 瀑布沟水电站工程截流设计[J]. 四川水力发电，2006(25)：38-41.

[5]　冯瑞林，李仕奇，陈贵斌. 糯扎渡水电站截流规划设计[J]. 工程设计，2017(9)：228-230.

[6]　郑守仁. 三峡工程三期围堰及截流设计关键技术问题[J]. 人民长江，2022(33)：7-9.

作者简介：

彭　峥(1993-)，男，湖北巴东人，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，工程师，硕士，从事水利水电工程施工组织设计；

闫生存(1975-)，男，四川成都人，四川华能泸定水电有限公司，正高级工程师，博士，从事水利水电工程方面工作；

邵　帅(1993-)，男，湖南株洲人，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，工程师，硕士，从事水利水电工程施工组织设计；

王祥峰(1985-)，男，山东安丘人，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，高级工程师，硕士，从事水利水电工程施工组织设计；

邱鸿志(1997-)，男，四川汶川人，四川华能泸定水电有限公司，助理工程师，学士，从事水利水电工程方面工作.

(责任编辑：吴永红)