

# 致远舰出水加特林机枪结构 及安装方式复原研究

刘彦琪<sup>1 2</sup> 周春水<sup>3</sup>

(1. 北京大学中国考古学研究中心, 北京 100871; 2. 北京大学 考古文博学院, 北京 100871;  
3. 国家文物局水下文化遗产保护中心, 北京 100193)

**摘要** 加特林机枪在军事技术发展史上具有里程碑式的意义,它通常作为陆战武器使用,在军舰上使用的文献记录不多。2014年从清末沉舰致远号遗骸上出水的加特林机枪,为我们提供了最新的实物研究资料,丰富了我们对该武器的结构、使用方式和安装方式的认识。通过对这些技术细节的分析研究,也使我们在那个时代的工业设计和制造水平有了更直观的理解。

**关键词** 致远舰 加特林机枪 结构 安装方式 复原研究

**中图分类号** N092

**文献标识码** A **文章编号** 1673-1441(2017)04-0420-10

近代史上的甲午海战,改变了中日两国国运。甲午海战中冲撞日舰未果而爆炸沉没的致远舰是当时北洋海军中役龄最短、设备最先进、航速与当时世界先进舰船等齐的巡洋舰,是清末洋务运动取得的近代化成果,也代表了当时工业设计和制造的水平。图1(陈悦提供,见封2)为致远舰历史旧照。

2017年,致远舰出水遗物在北京大学赛克勒考古与艺术博物馆首展,出水的加特林机枪,作为致远舰残骸上唯一保存较完整且最具代表性的遗物,是致远舰设计制造水平的缩影,具有重要的历史价值、技术史方面的研究价值和纪念意义。然而学界对舰载加特林机枪的研究甚少,在准备对这件重要的历史遗物进行展陈时,展方甚至不知道如何复原其摆放方式,也不知道其使用方法,基于以上原因,笔者对其进行了复原研究。

## 1 致远舰遗骸出水加特林机枪及其背景介绍

### (1) 出水遗物

2013年11月,国家文物局水下遗产保护中心与辽宁省文物考古研究所启动丹东港

---

收稿日期: 2017-09-01; 修回日期: 2017-10-11

作者简介: 刘彦琪,1983年生,内蒙古包头市人,北京大学工程师,研究方向为文物修复与保护、技术史,Email: yanqi\_liu@126.com; 周春水,1973年生,四川蓬安县人,国家文物局水下文化遗产保护中心副研究馆员,研究方向为沉船考古及海外陶瓷贸易,Email: zcs13685030270@163.com。

基金项目: 水下文化遗产保护与公众教育——以致远舰水下考古成果展为例(编号: 8430500716)。

海洋红港区基建海域内水下遗产的调查。2013—2015 年的四次水下考古调查,发现钢铁沉船并确认其为清北洋海军的致远号巡洋舰。为了文物的稳定和安全,对舰体原址保存,采用牺牲阳极法减缓舰体腐蚀速率。2014 年 8—10 月水下调查时出水的十管加特林机枪(2014DD: 29),是致远舰上保存状态较好,具有代表性的武器文物。武器铭牌上的信息有:武器名称(GATLING GUN)、生产商(SIR W. G ARMSTRONG MITCHELL & Co. LIMITED)、口径(0.45)、型号(1886)、产地(NEW CASTLE ON TYNE)<sup>[1]</sup>。

图 2(封 2)所示为致远舰出水加特林机枪及其托架出水后并经过表面沉积物清理、脱盐等保护处理后的状态。器物主体保存状态较好,材质为钢铁,金属基体结构致密,无砂眼、气孔等铸造缺陷,制造水平较高,从托架表面残存的分型线可知其为范铸成型。部分铁质螺丝和螺母锈蚀较严重。从机枪及其托架的结构看,还有部分连接结构已经遗失。

据日本海军战报记录,致远舰沉没前严重倾斜,主炮和副炮已不能发射炮弹,唯有桅盘里仍有猛烈射击。从机枪装弹漏斗底部的输弹凸轮缝隙依然可以见到残留的、未来得及击发的枪弹,可以想象机枪手站在即将沉没的致远舰上摇动曲柄,依然向日舰射击顽抗。陈悦在《甲午沉舰的百年寻踪——发现致远舰》一文中曾经提到本文所述加特林机枪安装于致远舰后桅盘上,并附上了致远舰的复原图,但并未详细说明加特林机枪及其托架之间的安装方式,当前各种致远舰模型或复原图所示意的致远舰后桅盘上加特林机枪及其托架的安装方式也存在谬误。相关历史遗物采用了怎样的结构,才使其能够在舰体严重倾斜的情况下仍能灵活操控并完成射击,是需要进行深入研究的问题。

## (2) 相关实物

日本三笠公园展示的“日清战争战利品”中有一挺加特林机枪,并注明其来自清舰致远号,为海战后从致远舰残骸上掠走。其款式与致远舰 2014 年出水的机枪一致。萨苏在《寻访甲午战争在日遗物纪行(三)》中提到了这件加特林机枪,并在文中附图介绍。从托架结构和安装方式上看,它与致远舰出水机枪并不相同。

中国人民革命军事博物馆藏有一挺 1872 款的加特林机枪,在致远舰加特林机枪出水前,它是国内仅存的最早的机枪。该款式不同于作为舰载武器的致远舰遗骸出水机枪,为陆战使用并配有陆战车。

## (3) 文献中的加特林机枪

美国柯尔特公司从 1872 年开始向中国出口加特林机枪,加特林到达中国后,清政府相继在上海、南京和天津建立生产线进行大规模仿制并称之为“格林连珠炮”或“格林炮”,通常使用于陆战并安装于炮车之上。不同于如今统一名称的加特林机枪,当时称其为“炮”是因其火力凶猛,是当时射速最快的武器。

1865 年(清同治四年)江南机器制造局在上海成立,见证了近代工业从无到有的过程。1868 年创办的江南制造局翻译馆在近代介绍西方科技知识中起到重要作用。为满足当局学习西方的军事技术的需求,海防、水师等应用技术类西文书籍译介不在少数,其中有提到加特林机枪的使用和安装。如 1875 年的《格林炮操法》、1890 年的《炮乘新法》等。虽然译著中提到加特林机枪可用于兵船之上,但是并无关于其安装方式和详细结构的记录。

西文文献中,迄今并未发现关于致远舰残骸出水的 1886 型加特林机枪的记录。《加

特林机枪》(*The Gatling Gun*)和《理查德·乔丹·加特林博士的加特林机枪专利图纸》(*Dr. Richard Jordan Gatling's Gatling Gun Patent Drawings*)提到的1883型加特林机枪与致远舰出水机枪结构接近,可以作为复原研究的参照。

## 2 出水加特林机枪结构与安装方式复原

### (1) 实物观察测绘

笔者对致远舰出水加特林机枪残存的主要部件进行了观察测绘(图3),加特林机枪耳轴A的长度 $a'$ 为38毫米,与旋转托架上a部位仅有1毫米尺寸误差;耳轴A直径为38毫米,恰好与旋转托架上A'部位尺寸一致;加特林机枪的 $b'$ 部位尺寸与旋转托架上的b部位尺寸近似,仅有1毫米误差;加特林机枪的 $c'$ 部位尺寸与旋转托架上的c部位尺寸近似,仅有1毫米误差。综合以上测量数据可以断定,出水的加特林机枪与旋转托架为配套使用,旋转托架上的A'部位为耳轴凹座,承接加特林机枪的耳轴A部位,将机枪架设起来。由于机枪总重达数百斤,仅凭旋转托架上A'结构的支撑,无法准确地固定机枪位置,进而射击。从图3所示C、C'、D、1、2、3、4、5、6、L、R、S等部分看,出水武器结构并不完整,其原始状态还应具有其它部件。从托架形态及其所具有的滑轮看,托架应为安装于导轨上并可滑行。从图3中旋转托架的顶视图可见,托架下部横截面为弧线形,说明托架通过滑轮H1、H2被架设在后桅盘口沿顶端的圆弧形的轨道之上,然而,仅凭轨道与滑轮H1、H2的配合,无法避免沉重的机枪连同旋转托架发生侧翻,因此,H3的主要功能是防止托架向桅盘外侧倾倒。

### (2) 历史旧照的细节分析

从图1所示致远舰历史旧照可见两个有方形穿孔的护盾架设在后桅盘口沿边缘,机枪被拆去,可能正被维护保养。从迄今所见多张致远舰旧照观察,护盾与后桅盘的相对位置皆不一致,说明护盾是可以在后桅盘上移动的。图4(封2)亦为陈悦提供,为致远舰姊妹舰“靖远”舰旧照的桅盘局部,可见桅盘上有两挺带有防护盾的加特林机枪,机枪从防护盾中央方孔穿出,朝向桅盘外侧。因此推测机枪护盾与机枪皆安装于图3所示的旋转托架上,而旋转托架则架设在后桅盘顶端平面的导轨内。从图1与图4可见,机枪护盾并未处于竖直面,而是向桅盘外侧倾斜;图3所示旋转托架有1、2、3、4四个缺失零件的工艺孔,从旋转托架的测试图可见1、2、3、4位于相对托架外倾的斜面上,通过这四个工艺孔安装护盾后的角度与致远舰的历史旧照吻合。

从图4还隐约可见机枪尾部有弧形部件支撑机枪,使得机枪能够沿水平方向停留。而出水的加特林机枪上并无相应附件,但图3的D部位穿孔可能用于安置已经丢失的类似附件。

### (3) 相关实物的参考

日本三笠公园展示的掠自致远舰的加特林机枪,虽然托架结构不同于致远舰出水的加特林机枪,但前者的机枪底部亦有图3所示的C、C'结构,并且连接着弧形的支撑部件。还可看到机枪耳轴架设在“Y”形支架顶端的耳轴凹座上,机枪托架结构并不完整,机枪炮盾呈圆弧形横截面,与致远舰历史照片后桅盘上的图像不同,可能是三笠公园展示的加特

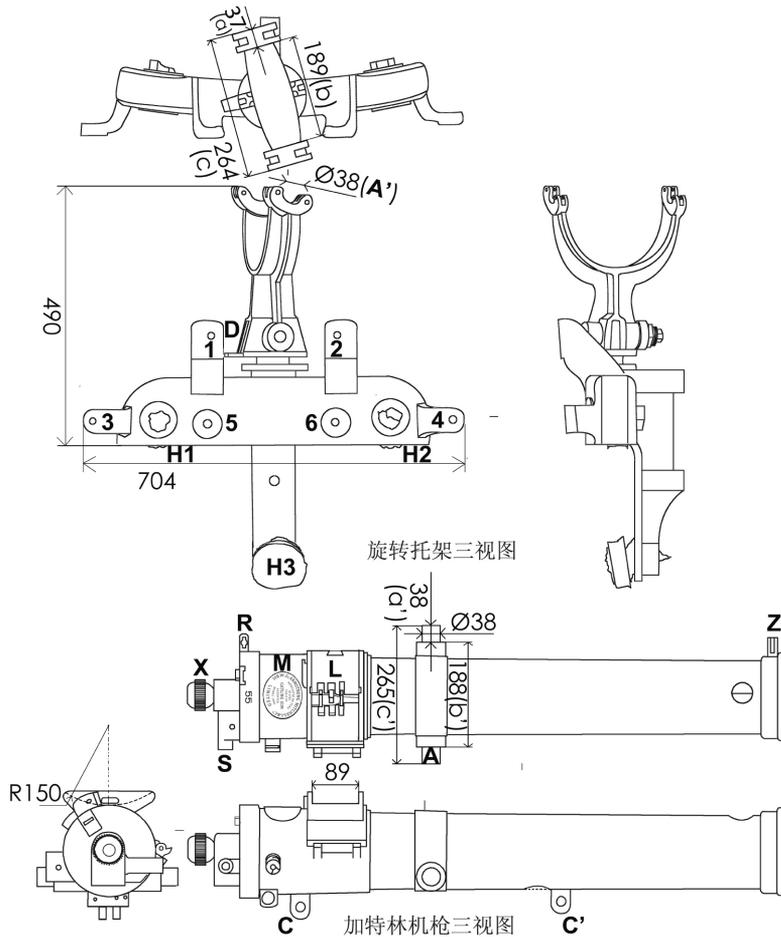


图3 加特林机枪及其旋转托架三视图及关键部位尺寸

A: 耳轴 A': 耳轴凹座 C、C': 零件连接座 D: 穿孔 H1、H2、H3: 滑轮 L: 装弹漏斗  
M: 铭牌 R: 表尺座 S: 手柄连接座 X: 连接旋钮 Z: 准星 1、2、3、4、5、6: 位于同一平面的凸起结构

林机枪采用的错误的安装和摆放方式, 或者其原本被安装于致远舰侧弦甲板上。但较为确定的是, 图3所示的C、C'结构用于连接弧形部件。

#### (4) 文献资料的印证

江南制造局1890年译书《炮乘新法》(卷二)中记载过炮车安装火炮时使用了类似于日本三笠公园加特林机枪所用的弧形部件, 如图5所示炮车上使用了“升举炮架”或称之为“举炮具”并将这种半圆形结构译为“熟铁弯形齿条”( [2], 第64图), 并且通过如图3所示“手轮”“活姆轴”与“活姆轮”等齿轮组控制“熟铁弯形齿条”的运动, “活姆轮一转即弯齿条为所升降”( [2], 卷2 29页)。书中所说“活姆轮”“活姆杆”即为如今机械传动中的“蜗轮”和“蜗杆”。蜗杆传动是在空间交错的两轴间传递运动和动力的一种传动方式, 对于图3所示的单头蜗杆, 蜗杆转一周, 蜗轮转过一齿。这种传动结构的特点是传动比大、结构紧凑并且具有自锁性。自锁性是指蜗杆的螺旋升角很小时, 蜗杆可以带动蜗轮, 但蜗轮不能带动蜗杆。这样的结构对于操控火炮这样的重型武器至关重要, 通过快速转动手轮, 可以费距离但却省力的操控火炮的俯仰角, 只要手轮没有转动, 火炮仰角便由于

这种传动结构的自锁性而固定,便于精准射击。我们观察致远舰出水加特林机枪托架实物,可以看到相应部位确有螺母和遗失的部件。具有自锁性的蜗轮蜗杆传动结构可以解释图4所示机枪如何能够悬停在水平方向。

《加特林机枪》<sup>[4]</sup>书中所示的1883款加特林机枪(图6封二)是与致远舰出水1886型加特林机枪在样式和年代上最接近的。机枪除了通过耳轴架设在托架顶端耳轴凹座上,还有半圆形的结构支撑枪管,托架上有一手轮,可以调整枪管俯仰角,从其结构设计看,必然使用了图7所示的蜗杆传动结构。

综上所述,图3-D穿孔和C、C'零件连接座,用于连接圆弧形结构以支撑枪管,图3-D穿孔结构一侧还应有连接蜗杆的手轮,用以控制弧形结构的运动。

另外,图8为1883型加特林机枪的鼓形弹匣结构,该设计于1886年12月25日取得专利,弹匣内有螺旋形沟槽,子弹绕中轴转动向下供弹<sup>[3]</sup>;图3-L所示致远舰出水机枪装弹漏斗内呈弧面,竖直平面上有固定弹匣的卡槽,故其弹匣结构应与1883型一致,通过对装弹漏斗内侧圆弧的复原,可知其上安装的鼓形弹匣半径为150毫米。1883型的准星在枪右侧,故对应一侧机枪尾部有表尺;致远舰出水加特林机枪准星位于左侧(图3-Z),机枪左侧尾部有图3-R所示结构,故其用于安装可调表尺。1883型机枪后部右侧有手摇曲柄,用于转动枪机进行高速射击;而图3所示致远舰出水加特林机枪尾部右侧S部位有丢失的零件,原先也应有手摇曲柄存在。

#### (5) 致远舰出水加特林机枪、托架和桅盘导轨的结构复原

综合上述内容,对致远舰出水加特林机枪及其托架在桅盘上的结构做了如图9(封二)所示的复原。图中用黑白描绘部分为根据出水实物所做的机枪及其托架的组合方式及其所处桅盘口沿位置W复原。彩色标示的部分为根据上述资料及分析推测出可能存在的部件及其结构示意,包括方形护盾F、鼓形弹匣L及弯形举炮齿条CC'、表尺R、手摇曲柄S、耳轴凹座护盖及其销钉A'、机枪俯仰角调节手轮O、Y形旋转支架制动螺母或手轮O1、T形滑动支架制动螺母或手轮O2、防侧翻滑轮H3、滑轮安装螺母E、护盾安装螺母2和4。护盾通过螺栓和螺母固定在图1所示托架的1、2、3、4、5、6部位,用以保护加特林机枪的操作人员,减少他们被敌舰火力击中的几率;Y形支架将机枪架起,可以自由旋转和调整仰角,螺母或手轮O1可以将Y形支架锁死,防止转动;手轮O通过蜗轮控制弯形齿条CC'的运动,从而调整机枪的俯仰角,由于蜗杆传动的自锁性,在未转动手轮O时,可确保机枪悬停在特定的仰角;可调表尺R与准星配合,用于瞄准;手摇曲柄S用于转动枪机以击发弹药;耳轴凹座上还有配套的凹座护盖A',有铁销钉螺柱将两者销接在一起,环抱机枪耳轴,需拆下机枪维修保养时,拔出铁销钉,翻开凹座盖,即可将耳轴脱离凹座。铁销钉上有铁链与托架上的Y形支架连接,防止铁销钉跌落到甲板上、遗失或伤及船员;托架可以在桅盘口沿顶面上左右滑动,避免出现射击盲区,而T形滑动支架制动螺母或手轮O2则可以将托架固定在某一位置,防止其滑动。

### 3 致远舰后桅盘加特林机枪的功能与技术革新

清末江南制造局所译《格林炮操法》记载了加特林机枪在战船上的用途“船之上下

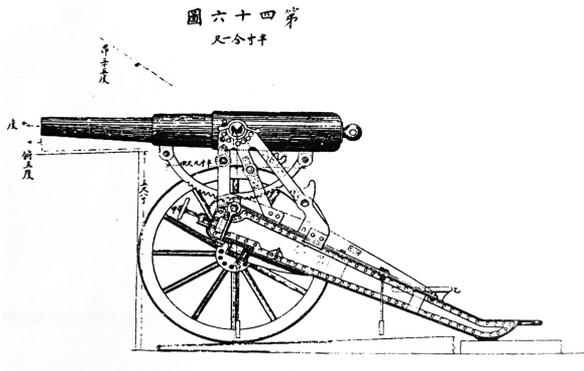


图5 《炮乘新法》中炮车所用升举炮架

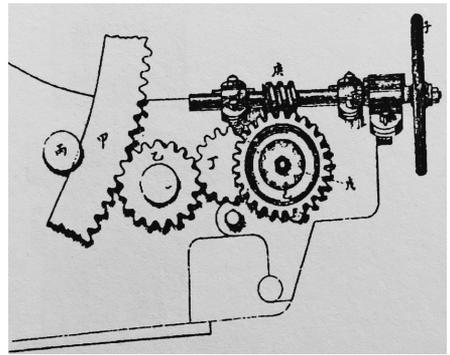


图7 《炮乘新法》中蜗轮蜗杆传动图<sup>[2]</sup>

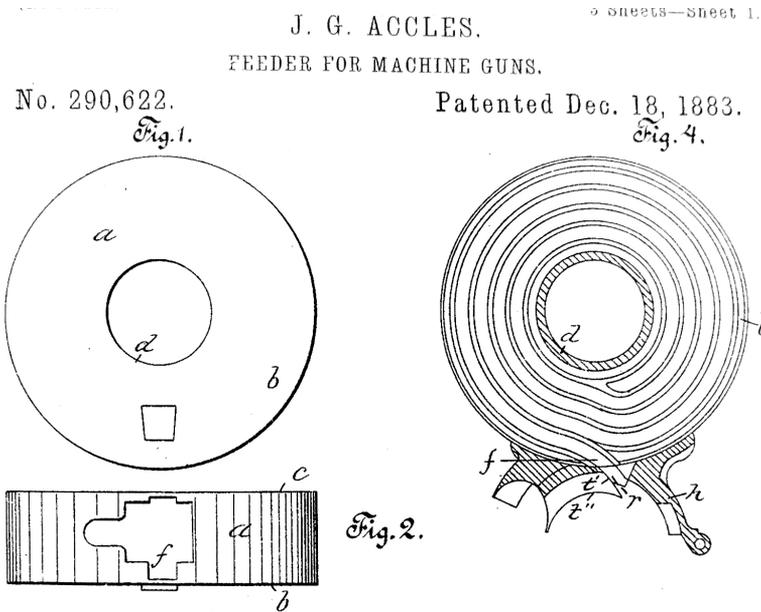


图8 1883 款加特林机枪的鼓形弹匣 [3] ,101 页)

桅盘用小格林炮,对敌船之舱面开放,则敌船面之人,不能站立转动……”<sup>[5]</sup>。西文文献中关于舰船使用加特林机枪的纪录较少,《加特林机枪》书中“南太平洋战争”一节提到“1877 年 5 月,加特林机枪曾用于英国海军,参加了对秘鲁瓦斯卡尔(Huáscar)号装甲舰的小冲突中”。并提到“这可能是第一次有关加特林在桅盘上安装使用的记录,并且可能是 1850—1914 年间,英国皇家海军所参与的唯一一次舰船对战。”如图 10,该书所引一张 1878 年 3 月 2 日伦敦新闻第 189 页的插图,显示了英国舰船桅盘上的加特林机枪。该书作者在这张插图的图注上写到“画家描绘的机枪从 12 点钟位置的枪管射出子弹并不正确,事实上应该是从 8 点钟位置射出子弹。靠重力供弹的鼓形弹仓在这么陡的角度下是否能够正常工作也是个问题,而且在没有支撑系统的情况下,弹夹可能会掉落。”从图中还可以看到,1877 年的机枪下部也使用了带齿轮的半圆形结构支撑枪管。



图 10 1877 英国海军舰船桅盘上的加特林 [4] 53 页)

致远舰后桅盘安装加特林机枪的功能是向敌舰甲板人员扫射,以便压制敌方火力。不同于陆上使用的加特林机枪,其安装在桅盘上居高临下向下扫射,需要保证机枪能够在较陡的角度下正常供弹并且弹匣不会翻落。1883 型和致远舰出水的 1886 型加特林机枪增加了装弹漏斗,并将弹匣设计成新式的鼓形,装弹漏斗上有卡槽用于紧固弹匣(见图 3-L)。这些技术革新都使得加特林机枪适于在桅盘上安装使用。

#### 4 制作复原模型与拆装过程的模拟实验

笔者按照上述研究制作了加特林机枪及其托架和桅盘的模型(封 2 图 11),并对这些零件进行反复的拆装。加特林机枪及其托架模型可以顺利安装在桅盘模型上,托架可顺畅滑行和转动。通过这个实验验证了复原研究的合理性,也使我们进一步深化了对致远舰后桅盘加特林机枪托架设计细节的认识,如前文图 1 所示,护盾向桅盘外侧倾斜,前文图 3 所示的 1、2、3、4、5、6 六个安装护盾的位置也并不在同一个竖直平面上,而是处于同一斜面上,这样的设计是为了使护盾避让托架上的 Y 形支架,使其能够自如旋转并使弧形齿条能够自由转动,目的则是使机枪在桅盘上具有更大的扫射面积。也正因为加特林机枪旋转托架所具有的这种万象调节的设计,才使后桅盘上的加特林机枪在整个舰体严重倾斜的状态下,仍可调节到合适角度对敌舰实施射击。

在对模型进行拆装模拟试验时,最合理的安装过程是先将带有滑轮的托架底座固定在桅盘导轨上,再将 Y 形支架插入托架底座,随后将机枪耳轴安置在 Y 形支架顶端的耳轴凹座(图 3-A')上,盖好耳轴护盖(图 9-A'),最后安装弧形齿条(图 9-CC'),通过螺栓使其与机枪底部的零件连接座(图 3-C、C')相连。射击前将鼓形弹匣(图 9-L)嵌入机枪

输弹漏斗(图 3-L)。而拆卸过程则与上述过程相反。这样的过程在模型上模拟尚且复杂,对于曾经的致远舰后桅盘上的实物来讲,各个部件超大的重量,没有吊装设备的辅助,上述拆装过程的实施是无法想象的。图 4 所示致远舰姊妹舰靖远号历史照片的后桅盘上可见带有滑轮的弯杆,在致远舰的一些历史照片上也可见到这样的弯杆结构。在当时的舰船上,通常使用类似形式的炮架辅助吊装重量较大的炮弹及部件。如图 12<sup>[6]</sup>即为《攻守炮法》第十三图“克虜伯砲架圖”,其大致形貌和致远舰、“靖远”舰旧照所见桅盘上部件类似,有了带滑轮炮架这样的辅助设备,才有可能在桅盘上吊装重达数百斤的旋转托架和加特林机枪,并向桅盘运输加特林机枪弹药。

图 13 为上述吊装流程的示意图。图 13-A,借助带滑轮炮架 J 将旋转托架底座吊装到桅盘上沿,由另一水兵将滑轮 H3 托举到桅盘内侧相应位置,负责用 J 协助吊装托架的水兵将托架穿过 H3 的螺杆。如图 13-B,托架沿竖直方向落在桅盘上沿的导轨内,安装螺母 E,滑轮 H3 卡入桅盘

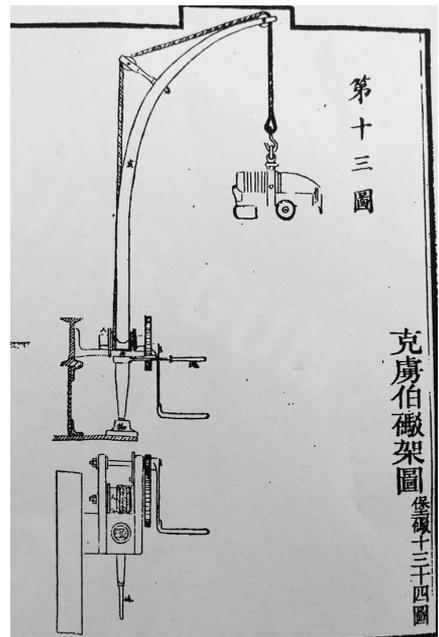


图 12 克虜伯砲架圖

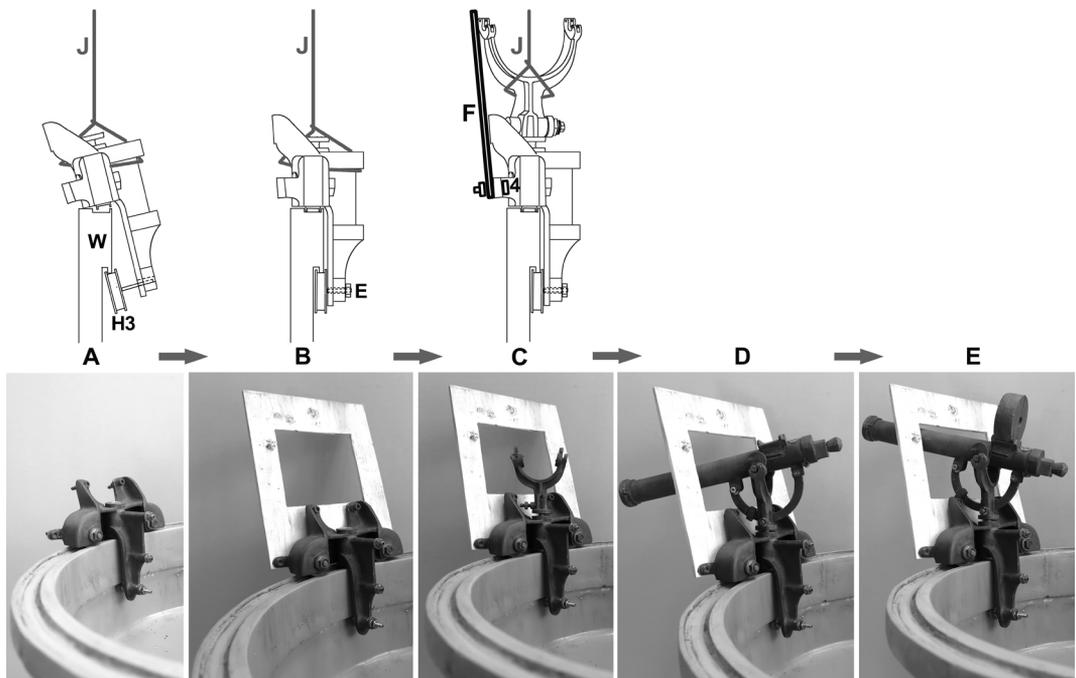


图 13 致远舰后桅盘加特林机枪及托架吊装过程

内侧导轨,便可防止托架侧翻,确保托架在在桅盘上沿平稳滑动。将护盾 F 安装在托架之上,护盾和托架上皆有预留螺钉穿孔,用螺钉和螺母固定护盾。如图 13-C 将 Y 形支架插入旋转托架底座。如图 13-D 将机枪安装在托架之上。如图 13-E 将鼓形弹匣安装在机枪顶端的输弹漏斗上。由于托架、护盾、机枪整体重量巨大,通过这种分步吊装部件的方式,才能较轻易地完成机枪在桅盘上的安装。而在机枪不使用时,则可以将其从托架上单独拆下进行维修保养。因此我们看到图 1 所示致远舰停靠港口的旧照上,后桅盘的托架上并没有安装加特林机枪。

## 5 结语

通过对 2014 年致远舰遗骸出水加特林机枪的复原研究,为相关展览提供了学术支持,通过相关的技术史研究,使残缺的历史遗物背后丰富的内涵呈现出来,透物见人,便于阐释文物价值。武器最能体现所属时代的尖端技术水准,这件武器合理的结构设计、微小的制造和装配误差,都体现出那个时代工业设计和产品制造技术的水平。通过制作复原模型,观察测量和对文献研究进行验证,并进行对加特林枪拆装过程的模拟实验,从而深化了对武器结构设计的认识。模拟实验在思考工艺过程和研究细节方面具有不可替代的重要作用,在一定程度上弥补了单纯文献研究难以到达的思维盲区,也使研究可视化,便于理解和学术交流。

## 参 考 文 献

- 1 国家文物局水下文化遗产保护中心,辽宁省文物考古研究所. 辽宁“丹东一号”清代沉船[J]. 考古,2016,(7).
- 2 英国制造局. 炮乘新法[M]. 舒高第口译,郑昌棻笔述. 光绪十六年(1890).
- 3 Ron Ruble Enterprises. *Dr. Richard Jordan Gatling's Gatling Gun Patent Drawings*[M]. Lu Lu Press,2009. 79.
- 4 Peter Smithurst. *The Gatling Gun*[M]. UK: Osprey Publishing,2015. Front cover.
- 5 傅兰克令. 格林炮操法[M]. 傅兰雅口译,徐建寅笔述. 光绪元年(1875).
- 6 普鲁士军政局. 攻守炮法[M]. 金楷理口译,李凤苞笔述. 光绪元年(1875).

## Study on the Structure and Installation of the Gatling Gun that Effluent from the Wreckage of Chih Yuen

LIU Yanqi<sup>1,2</sup>, ZHOU Chunshui<sup>3</sup>

(1. *Center for the study of Chinese Archaeology of Peking University ,Beijing 100871;*

2. *School of Archaeology and Museology of Peking University ,Beijing 100871;*

3. *National Center of Underwater Cultural Heritage ,Beijing 100193 ,China)*

**Abstract** The gatling gun , which usually used as a marines weapon and rarely equipped on warship , is very meaningful on the history of military technology. The gatling gun salvaged from the Chih Yuen shipwrecks in 2014 , provided some new materials for studying on its construction , functions and installation. Through the analysis of some technical details , we could visually understand the industrial design and the manufacturing level of that era.

**Keywords** Chih Yuen , the gatling gun , construction , installation , reconstructive research

# 致远舰出水加特林机枪结构及 安装方式复原研究



图 1 出国访问停靠港口的致远舰



图 2 加特林机枪出水并经保护处理后的状态

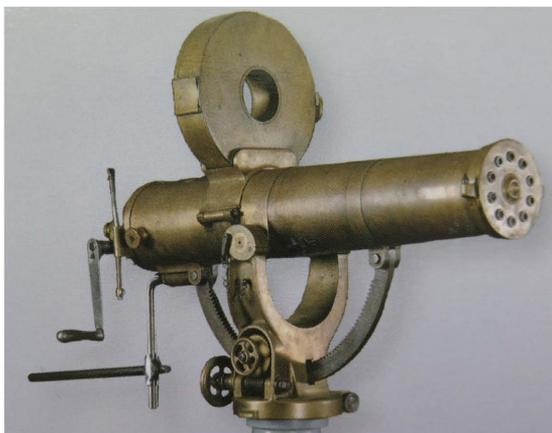


图 6 1883 型加特林机枪及托架

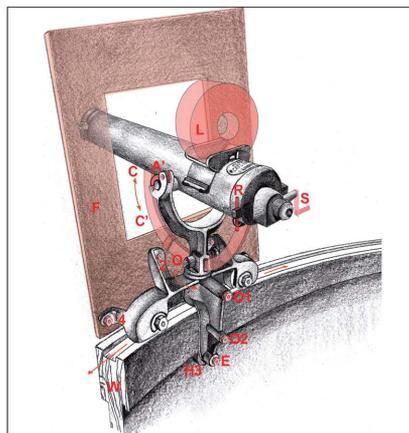


图 9 致远舰后桅盘上的加特林机枪复原图

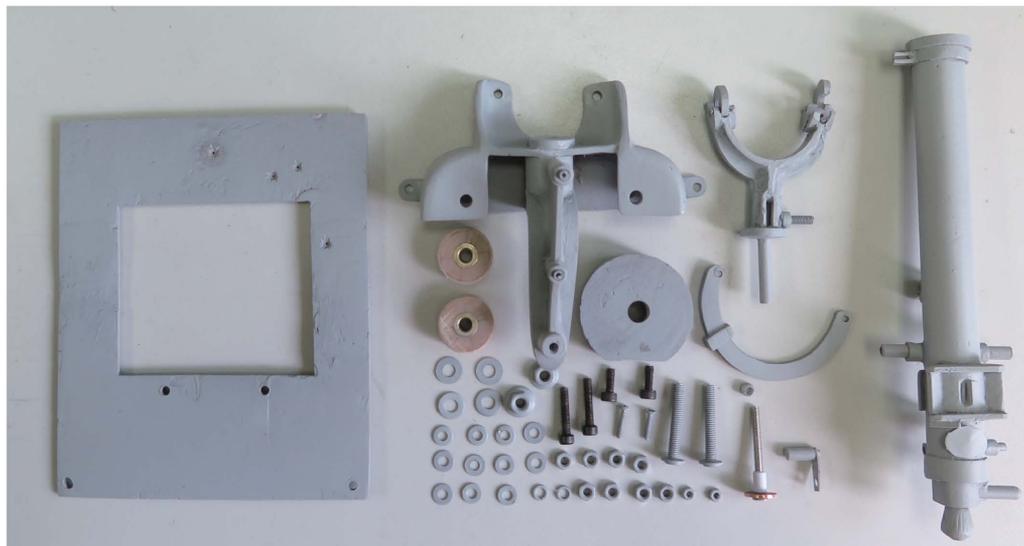


图 11 复原模型的全部零件分解状态