

# 高射炮兵射击 指挥仪



Н.И.普契里尼柯夫著

国防工业出版社

高州地輿圖  
附 詳 記

一

高州地輿圖

高州地輿圖

# 高射炮兵射击指挥仪

Н. И. 普契里尼柯夫 著

王天运 盧集龙 译



國防工業出版社

## 內容簡介

本書共分为三部分。第一部分叙述高射炮兵射击指挥仪的一般理論；第二部分叙述計算机构的理論和計算；第三部分分析对指挥仪的要求。

本書特別着重闡述測定目标座标和目标运动参数的精度問題。

本書可作有关軍事院校學員和高等学校学生学习的教科書，也可供科学研究机构 and 設計局从事研究与設計炮兵仪器的工作者的参考。

Н. И. Пчельников  
ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ АРТИЛЛЕРИЙСКИМ  
ЗЕНИТНЫМ ОГНЕМ  
Военное издательство  
министерства вооруженных сил союза ССР  
Москва—1949

本書系根据苏联軍事出版社  
一九四九年俄文版譯出

## 高射炮兵射击指挥仪

〔苏〕 Н. И. 普契里尼柯夫 著  
王天运、盧巢龙 譯

國防·業·社·版·社 出版

北京市書刊出版业營業許可証出字第074号  
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> · 11<sup>15</sup>/<sub>16</sub> 印張 · 299千字

一九五八年十一月第一版

一九五八年十一月北京第一次印刷

印数: 0,001—1,100册 定价: (10)2.40元

# 目 录

前言 .....	9
----------	---

## 第一部分 高射炮兵射击指挥仪的一般理论

绪论 .....	11
第一章 对快速运动目标射击的特点 .....	17
§ 1. 对快速运动目标射击的问题 .....	17
§ 2. 术语和符号 .....	19
§ 3. 关于目标运动的假定 .....	20
第二章 目标坐标及其确定 .....	22
§ 4. 坐标系及其相互的关系 .....	22
§ 5. 角坐标 .....	24
§ 6. 角坐标的测量仪器 .....	26
第三章 目标线坐标的确定 .....	28
§ 7. 目标线坐标的确定原理 .....	28
§ 8. 光学测远机和光学测高机 .....	29
§ 9. 外基线测远机和测高机 .....	32
§ 10. 铅直基线测远机 .....	35
§ 11. 屋脊式测高机 .....	38
§ 12. 用无线电仪器求坐标 .....	40
§ 13. 外基线测远机和测高机系统中的目标指示 .....	44
第四章 测远机及测高机的精确度 .....	49
§ 14. 光学测远机的精确度 .....	49
§ 15. 水平基线测远机的精确度 .....	50
§ 16. 铅直基线测远机的精确度 .....	51
§ 17. 屋脊式测高机的精确度 .....	54
第五章 目标运动参数 .....	55

§ 18.	目标速度向量諸要素	55
§ 19.	目标速度向量要素和其他运动参数間之关系	56
§ 20.	柱形坐标系中速度和加速度間的关系	62
§ 21.	方位角和水平距离的变化規律	64
§ 22.	目标高低角的变化規律	66
<b>第六章</b>	<b>目标运动参数的确定</b>	<b>68</b>
§ 23.	关于目标参数确定的一般知識	68
§ 24.	目标速度的几何求法	70
§ 25.	航向角的解析求法	71
§ 26.	最簡單的航向航速測定器的构造原理	75
§ 27.	目标运动参数的測定精确度	76
§ 28.	根据两个量——方位角和水平距离求 速度向量的精确度	78
§ 29.	用解析法求运动参数的精确度	80
<b>第七章</b>	<b>采用目标作等速直綫运动的假定解命中問題</b>	<b>85</b>
§ 30.	彈丸飞行時間	85
§ 31.	解命中問題的方法	86
§ 32.	逐次近似法的实質	87
§ 33.	解命中問題的例子	90
§ 34.	逐次近似法的分析	93
§ 35.	解命中問題的精确度	99
§ 36.	解命中問題的几何法	101
<b>第八章</b>	<b>解决命中問題的解析法和观炮距离的計算</b>	<b>109</b>
§ 37.	在柱形坐标系中以解析法解命中問題	109
§ 38.	在 $(\beta; \varepsilon; H)$ 系中解命中問題	111
§ 39.	解决命中問題时可能的簡化	115
§ 40.	观炮距离的修正	120
§ 41.	修正观炮距离的几何法	120
§ 42.	修正观炮距离的解析法	123
<b>第九章</b>	<b>彈道諸元</b>	<b>125</b>
§ 43.	彈道諸元与目标座标的关系	125

§ 44. 高角和射角.....	127
§ 45. 引信 (信管) 装定.....	128
§ 46. 側向瞄准角.....	129
§ 47. 对彈道諸元的修正.....	130
§ 48. 几何座标的修正量.....	130
§ 49. 对初速以及空气密度改变的修正量.....	132
§ 50. 对风的修正量.....	133
§ 51. 信管 (引信) 的附加修正量.....	135
§ 52. 根据两次測量来求附加修正量.....	138
<b>第十章 未来座标和現在座标参数間的关系</b> .....	<b>140</b>
§ 53. 未来座标变化規律.....	140
§ 54. 炸点在直綫航路上的分布規律.....	143
§ 55. 航路捷徑前后炸点数量的分布.....	145

## 第二部分 計算机构的理論及其計算

緒論.....	149
<b>第十一章 加法机构</b> .....	<b>155</b>
§ 56. 加法机构的用途及其种类.....	155
§ 57. 綫性加法机构.....	155
§ 58. 綫性差动器和其他綫性加法机构.....	157
§ 59. 綫性差动器的計算.....	160
§ 60. 鏈輪加法机构.....	161
§ 61. 杠杆加法机构.....	163
§ 62. 錐形差动器.....	165
§ 63. 柱形差动器 (第一类型).....	169
§ 64. 柱形差动器 (第二类型).....	173
§ 65. 加法机构的評价.....	176
<b>第十二章 乘法机构</b> .....	<b>176</b>
§ 66. 定比例尺乘法机构.....	176
§ 67. 乘法机构的計算.....	180
§ 68. 变比例尺乘法机构.....	183

§ 69. 摩擦乘法机构	188
§ 70. 对乘法机构的評價	189
<b>第十三章 表达三角函数的机构</b>	<b>189</b>
§ 71. 用途	189
§ 72. 正弦机构	190
§ 73. 正切机构	192
§ 74. 特殊机构	194
§ 75. 复合乘法机构	196
§ 76. 倒数机构	197
<b>第十四章 向量机构</b>	<b>198</b>
§ 77. 向量机构的种类及用途	198
§ 78. 正弦坐标仪	198
§ 79. 齿条式坐标仪	199
§ 80. 絲杠式坐标仪	201
§ 81. 螺旋綫坐标仪	202
§ 82. 螺旋綫坐标仪的計算	204
§ 83. 正切向量机构	209
§ 84. 斜角向量机构	213
<b>第十五章 图解机构</b>	<b>215</b>
§ 85. 一个自变量函数的图解机构	215
§ 86. 两个自变量函数的图解机构	217
§ 87. 图形的改变	219
<b>第十六章 偏心机构</b>	<b>222</b>
§ 88. 偏心机构的理論和构造	222
§ 89. 偏心輪的一般計算	224
§ 90. 根据升高与降低来計算偏心輪	229
§ 91. 由于彈性变形而引起的偏心机构的誤差	232
§ 92. 摆动杠杆偏心輪	236
§ 93. 圓盘偏心輪	238
§ 94. 立体偏心机构	240
§ 95. 偏心机构的制造	243



§ 96. 非圓形輪.....	245
<b>第十七章 劈錐凸輪.....</b>	<b>249</b>
§ 97. 劈錐凸輪的用途及其構造.....	249
§ 98. 劈錐凸輪的計算理論.....	251
§ 99. 計算劈錐凸輪的例子.....	254
§ 100. 劈錐凸輪的上升角.....	259
§ 101. 劈錐凸輪的製造.....	260
<b>第十八章 積分和微分機構 .....</b>	<b>262</b>
§ 102. 微分機構的用途及其種類.....	262
§ 103. 圓盤式摩擦器.....	263
§ 104. 摩擦機構的誤差.....	265
§ 105. 齒狀摩擦器.....	269
§ 106. 圖解測速器.....	270
§ 107. 圖解測速器的計算.....	272
§ 108. 測量平均速度用的測速器.....	273
§ 109. 其他類型的測速器.....	276
<b>第十九章 自動摩擦器.....</b>	<b>277</b>
§ 110. 構造原理及動作.....	277
§ 111. 目標座標改變速度的研究.....	283
§ 112. 齒形自動摩擦計算器.....	288
<b>第二十章 M-7型指揮儀.....</b>	<b>294</b>
§ 113. 概述.....	294
§ 114. 解決命中問題的原理.....	295
§ 115. 座標提前量 $\Delta x$ 和 $\Delta y$ 的計算.....	296
§ 116. 未來座標 $d_y$ 和 $\beta_y$ 的計算 .....	298
§ 117. 彈道諸元和修正量的計算.....	299
§ 118. 原理圖的說明.....	300

### 第三部分 高射炮兵射擊指揮儀設計基礎

<b>第二十一章 對高射炮兵指揮儀所提出的要求的分析.....</b>	<b>303</b>
§ 119. 設計的組成部分.....	303

§ 120. 战术技术要求	303
§ 121. 目标运动假定的分析	307
§ 122. 合理的假定	310
§ 123. 对解决命中问题时可能简化的分析	311
§ 124. 原理图的制定	312
§ 125. 解决命中问题时收敛过程的概念	315
§ 126. 坐标极限值	319
§ 127. 坐标速度极限值	320
<b>第二十二章 瞄准传动装置的计算</b>	<b>321</b>
§ 128. 极限角速度	321
§ 129. 在炮目高低角上进行瞄准时落后	325
<b>第二十三章 瞄准方式</b>	<b>331</b>
§ 130. 仪器角速度的比例尺	331
§ 131. 瞄准误差	335
§ 132. 对加速度误差进行修正的瞄准装置略图	342
§ 133. 自动瞄准装置	344
<b>第二十四章 高射炮射击指挥仪运动链的计算</b>	<b>350</b>
§ 134. 高射炮射击指挥仪运动图在坐标系 (x, y, z) 中的计算	350
§ 135. 高射炮兵射击指挥仪运动图在柱形坐标系中的计算	356
§ 136. 运动图的制定	364
§ 137. 仪器中某些部件的力矩和力的计算	366
§ 138. 空回的计算	370
§ 139. 弹道劈锥凸轮的计算特点	374
<b>附录: M-7型指挥仪原理图</b>	<b>377</b>

## 前 言

近十年来，仪器制造理论及技术起了根本的变化。高射炮兵射击指挥仪的计算理论已经以新的知识丰富了自己，这些知识是经过对指挥仪合理方案的科学探求的结果所获得的，这些探求之所以必要是由于对炮兵仪器提出了新的、更严格的要求。在理论中占据着特别位置的是关于测定目标坐标和目标运动参数的精度的问题，这一个问题以前未得到充分地阐述；现在已经有了十分丰富的知识，可用来设计仪器。目前电气仪器开始获得了广泛的使用，电气仪器的构造原理和计算在本书中不加以叙述。然而本书中所叙述的与解决命中问题有关的一般理论基础，对机械仪器和电气仪器来说都是一样的。此外，机械仪器并不能完全被电气仪器所排挤和代替。

编写本书的理由是为了给从前出版的书籍补充新的内容，并从其中删去过时的部分。本书利用了作者个人的科学研究作品和许多同志的部分著作，这些同志的姓名列举于后。为了考虑实际经验曾参考了各种不同的资料，其中包括缴获的资料。若就从德国缴获的资料和仪器来看，可以说：关于仪器制造理论，在德国人那里未必能有借鉴之处。目前苏联的仪器制造理论已处于相当高的水平。

本版中对各式各样的指挥仪不加赘述。经验证明：新型指挥仪的出现常常比出版关于这些新型指挥仪的书籍要快得多、早得多。因此，出版单行本的仪器说明书较为适宜。

本书中只叙述一部仪器——M-7型指挥仪，目的在于通过典型来说明前面所叙述的理论。

作者认为应当向提出宝贵意见给予帮助和提供参考资料的那些从事研究指挥仪专业的同行们——A.M. 马尔库斯 (Маркус)；

П. П. 捷秋林 (Чечулин) ; А. Л. 里夫石茨 (Лившиц) ; И. М. 拉波波尔特 (Рапопорт) 和 А. А. 比尔什芹 (Бирштейн) 表示衷心的感谢。

作者特别感谢炮兵科学院院士 А. Ф. 果洛霍夫 (Горохов) 对本书的校阅和给予的宝贵指示。

## 第一 部 分

# 高射炮兵射击指挥仪的一般理论

---

## 緒 論

### 炮兵仪器发展简史 仪器按结构和用途的分类

#### 仪器制造技术的现状及其发展的远景

炮兵仪器的发展史与炮兵本身的发展史是紧密相关的。随着抛射器之转变为射击火炮，首先是转变为滑膛炮，然后转为线膛炮，这样瞄准装置的必要性也就继续而产生。

滑膛炮的射击距离很近，而且散布也大，因此，精确的瞄准也就没有必要了。其火炮的瞄准是用眼睛或者是最简单的瞄准装置——照门和准星——来进行的。

随着线膛炮的出现，随着炮弹形状的改进，亦即随着火炮弹道质量的改善，射击的距离和精度也就大为提高。

要利用火炮的命中精度，就必需具有较大的瞄准精度。代替照门和准星出现了活动标尺、炮兵测角器，最后，出现了各式各样的光学瞄准具，其中包括火炮周视瞄准镜。

十九世纪末叶以前，都是对眼睛所能看到的暴露目标进行射击的，因此，炮手就不必事先搜索目标。而大家都知道，现代的火炮常常射击看不到的目标。

欲搜索隐蔽目标，就必须利用特殊的仪器（光学仪器、声学仪器和无綫电仪器）把人的眼睛和耳朵武装起来。

在沙皇时代的俄国，如历史证明那样，由于政府的保守和对外国的阿諛諂媚，使得炮兵仪器的发展受到了阻碍。天才的俄罗斯科学家和发明家因设计了許多独创的仪器而扬名于全世界，但

大部分的发明由于上述原因未被采用。

著名的俄罗斯炮兵家有：彼得魯謝夫斯基(Петрушевский)，諾夫羅茨基(Новроцкий)等，这些炮兵家在設計測远机、同步傳动装置、瞄准具等方面的优先地位是无可辯駁的。然而，实现他們的发明总是遇到一些很大的困难和各式各样的阻碍，結果使得其他国家的設計師們和軍事企业所有者們得以窃取他們的設計思想。

譬如，彼林彼尔庚(Перещелкин)式仪器和依哥納奇也夫(Игнатъев)式仪器就是俄罗斯設計師首先設計出的最早的高射炮射击指揮儀的例子。这些仪器用在地面火炮中，以此对飞机进行射击。作为这些仪器构造基础的原理，很久以后还在較为完善的高射炮射击指揮儀中应用。

十月社会主义革命成功以后，科学和发明的思想的自由發揮才有了可能。現在我們国家拥有大量的出色的具有高度业务水平的专家——高射炮射击指揮儀方面的科学家和著名的設計師。

由于党和政府經常重視我們社会主义祖国的国防事业，因此，給发展头等的高射炮兵技术兵器提供了良好的前提。

炮兵根据其用途的不同可分为：海岸炮兵、海軍炮兵、地面炮兵、航空炮兵和高射炮兵，其中每一种炮兵有着各式各样的火炮。据此，炮兵仪器的构造也是各式各样的。就用途而言，可分为：海岸炮兵仪器、海軍炮兵仪器、地面炮兵仪器、高射炮兵仪器和航空炮兵仪器。

决定炮兵仪器发展方向的基本因素是射击的精度。所以，对現代炮兵仪器的基本要求就是工作精度要大。而对仪器一切更高的要求使得我們不得不来探求新的結構和改进現有的結構，因而，現代的仪器通常都是极其复杂而貴重的。最复杂的是炮兵射击指揮儀器，特别是其中用来对活动目标(艦艇、飞机、坦克等)进行射击的仪器。

炮兵射击指揮儀器用以进行射击的准备；用它可以决定：火炮装定諸元——瞄准角、射角和引信装定。这些装定諸元可按目

标的座标——距离和方向求得。但上述火炮装定諸元不只是与目标的座标有关；影响这些諸元的还有：大气的变化、火炮彈道質量的改变、炮彈重量的改变、装药温度的改变等等。在精确射击时，这些因素的影响都应全部加以修正，要修正，就得进行复杂的計算，要进行复杂的計算，就得需要很长的時間（如果不用專門計算机的話）。

对活动目标射击所需的开始諸元的确定还要更为复杂。在这种情况下，必須計算目标的运动，有时（在海軍和航空的炮兵中）还必須計算火炮本身的运动。为使射手操作簡化起見，曾发明了輔助仪器，起初輔助仪器就是一些簡單的計算器和修正器。使用这些仪器后操作得以簡化，而且或多或少也縮短了射击的准备時間，然而并没有完全解决命中問題。只有在出現了指揮仪器以后，命中問題才得以充分而完全的解决。

指揮仪乃是几部能根据所装入的目标座标自动而連續不断地算出火炮装定諸元的仪器所組合而成的一个装置。在更为完善的仪器中还能保証火炮装定諸元的連續不断和实际上是剎那間地傳送。

現在来研究一下高射炮射击指揮仪（以下簡称指揮仪——譯者注）的簡图。

图 1 所示的簡图中：1——測远机（測高机）；2——中央仪器；3——高射炮連；4——供电机；5——同步傳动装置。

**測远机（測高机）**用以測定目标的距离（高度）。所測定的距离傳至中央仪器中。

**中央仪器**乃是一部計算机，用以进行所有的計算。傳入其中的基本諸元是：距离或高度（由測远机或測高机傳來）和目标的两个角座标（或由測远机求出，或不断地瞄准目标而在中央仪器中求出）。

**同步傳动装置**乃是一部把諸元由中央仪器連續不断地傳給火炮的电气联系装置。其組成有：傳信仪电动机和受信仪电动机，

前者固定在仪器之上，后者固定在火炮上；其中用来接受瞄准角和射角的两部受信仪电动机与火炮的方向回轉机构和高低起落机构相联；另一部受信仪电动机固定在火炮附近一专门的引信测合机上，或单独固定之，它是用来接受引信分划的。傳信仪电动机和受信仪电动机是用导綫和配电箱（ЦЯ——中央配电箱；ОЯ<sub>1</sub>——第一門火炮配电箱；ОЯ<sub>2</sub>——第二門火炮配电箱……）相联在一起。同步傳动装置系由专门的供电机 4 来供电。

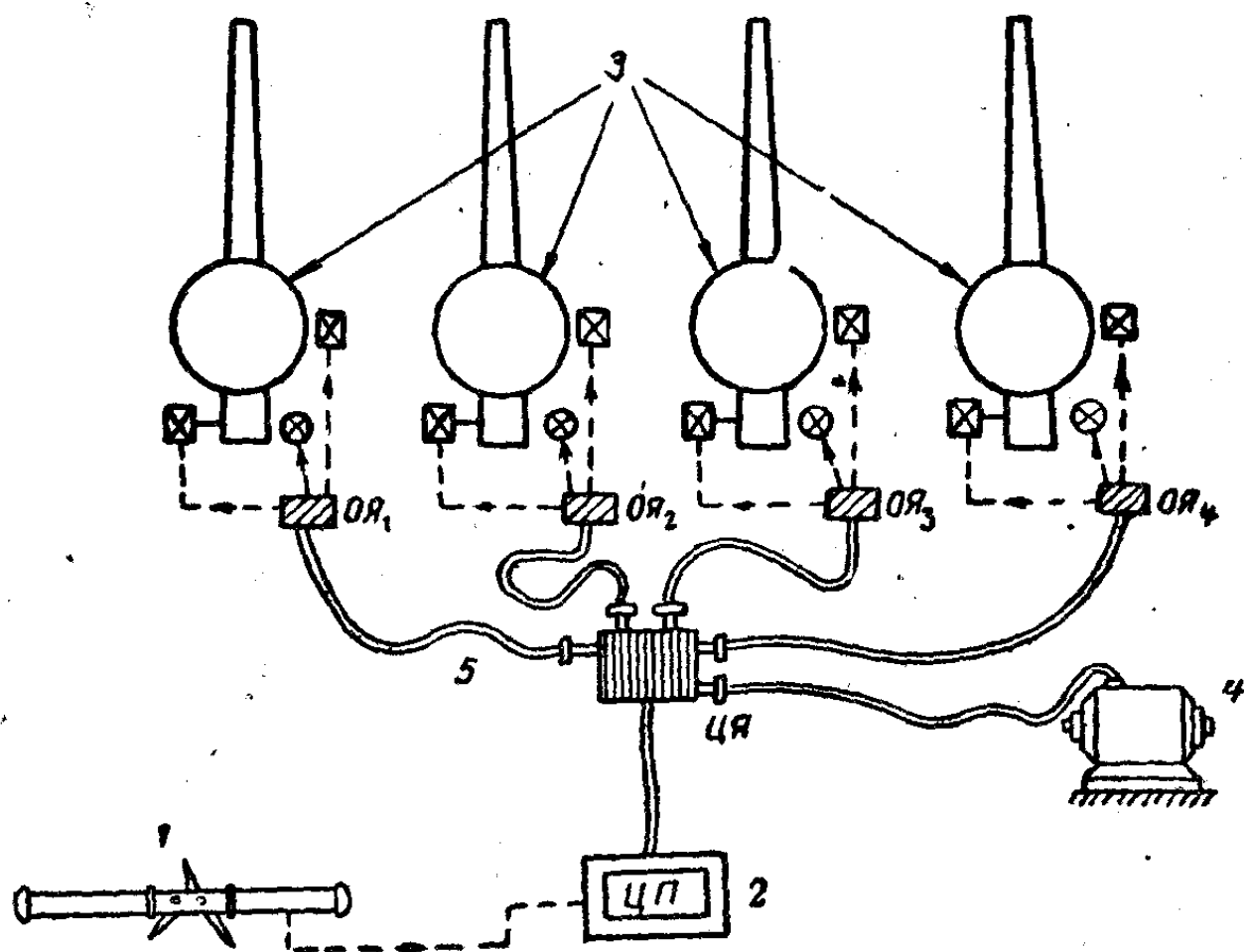


图 1

上述指揮簡图只适用于对看得見的目标进行射击。現在，广泛地应用了其他仪器，例如，应用了无綫电仪器来测定看得見的和看不見的目标之角座标和距离。应用这些仪器时，可能有几个方案。方案之間的区别在于测定座标的仪器与高射炮射击指揮仪相連接的方法有所不同。上述簡图中，应用的是测远机，而不是无綫电仪器。現代无綫电仪器测定角座标的精度很大，并不亚于目測（系指通过仪器，如测远机的目測——譯者注）的精度。因



此，指揮儀中所使用的三个座标是以电压的形式經過导綫而由无綫电仪器中的同步傳动装置傳来的，或用其他的方法求出。

指揮儀有机械和电气之分。近几年来的經驗証明，电气指揮儀最为完善；因此，使用电气指揮儀将要比使用机械的为多，这完全是可能的。电气指揮儀按其构造而言（按某些零件和部件的特性而言），与无綫电仪器有許多共同之处，因为无綫电仪器本身也是电气仪器。所以，設計一部控制装置以将指揮儀与其他一切仪器联結为一个仪器是可能的，这部控制装置可称之为炮瞄站。

現有的一些为炮兵服务的指揮儀多半是一些复杂的机械仪器。譬如，中央仪器就是若干部进行某些数学运算的計算机构的綜合体。任何一种計算都应具有一定的精确度，但精度的提高是靠提高仪器某些零件和整个机构的制造精度来达到的。然而，提高零件的制造精度会使仪器的制造成本增高，而且精度也提高得不大。因此，合理的提高仪器制造精度的标准的范围也就有一定的限制。这是因为在所要求的精度与其保証的可能性間存在着矛盾。欲提高射击精度，必須对一切影响炮弹偏差的因素进行修正；这样，仪器就会变得更复杂，其所以如此，是因为此时在仪器中需增添一些輔助机构，結果，勢必要增大仪器的重量及其尺寸，勢必要加长装定諸元与最終所求得的諸元間的运动鏈。由于仪器重量和尺寸增大，它的寿命就会减短，操作就会复杂。运动鏈的增长会在机构中引起較大的空回。归根結底，仪器的精度或者根本没有提高，或者提高的不大。

欲解决上述矛盾，必須：

1. 研究出适当的、最有效的射击方法；
2. 应用电工技术。

目前电工技术在炮兵中占着很重要的位置。将来，它的比重还会增长。目前已出現了現代电气高射炮射击指揮儀，在战术和技术的特性上，这种电气指揮儀优越于現有的机械指揮儀。

在对快速运动目标射击的情况下，目标測定的精度起着很大