

“步兵方阵通过检阅区的时间问题研究”案例

北京教育学院 顿继安

【案例说明】

1. 案例简介

2019年10月份,北京教育学院在北京市第八中学的初一年级中发起的“建国70周年国庆庆典中的数学问题”综合与实践活动,引导同学们关注国家大事、培育爱国情怀,同时发展用数学的眼光看世界、用数学的思维思考世界和用数学的语言表达世界。同学们以小组为单体,绕历了“发现与提出数学问题、收集材料分析与解决问题、组织材料撰写论文”的过程,本案例为此次活动中初一上学期学生的一组作品。

2. 案例意义

数学建模学习意义:首先发现数学问题的意义。国庆庆典活动是国家大事,举世瞩目,庆典活动中蕴含着丰富的数学元素:庆典活动在展示新中国发展成就时,各行各业的每一点进步都要用到数学,其发展程度要用数字说话;庆典活动本身的严密组织、完美呈现也离不开对数学知识的应用,例如,阅兵式中地面队列之所以能呈现出完美的视觉效果,是因为将士们抬腿和手臂前后摆的高度、角度以及手中武器的倾斜角度都有严格要求;空中梯队接受检阅时摆出各种造型,并能够在高速飞行的情况下保持队形整齐,离不开对飞机间安全距离、飞行速度等数据的精确计算等。从数学上看,本案例用的知识很简单,但所谓“简单”是指在数学问题表述明确、需要的数据都给出之后的数学问题简单,而数学建模的过程的不同之处在于确定研究问题后,

需要学生自己去分析确定重要变量并通过各种途径获得数据，进而经过数学运算与推理等方式得到的解的现实意义解释，以及进一步应用等。

教育意义：“国家认同”是中国学生发展核心素养中的一项内容，而国庆庆典活动是国家政治生活中的大事，学生都会关注，而通过组织这样的活动，学生的关注度和认知度明显提高，这样的活动能够引导学生关注国家发展，而“数说国情”让理想信念教育、中华优秀传统文化教育等更为理性和有力量，让学生在享受国家发展成就的同时思考“我能为国家发展做什么”，事后的调研用李克特 5 点计分法对学生调研，表明：这次活动明显提高了学生对国庆庆典活动的关注度和对国家发展的关注度（4.25 分），增强了学生对国家成就的自豪感（4.86 分）和努力为国家多做贡献的愿望（4.8 分）。

3. 教学使用建议

案例可以如下三种方式在教学中应用：

第一，提供给学生阅读，请学生对案例进行评论，比如，问题的提出，研究过程与方法等，还包括对案例写作的评论，是否有改进建议等，也可以质疑或者提出进一步要研究的问题；

第二，可以只将情境和问题提给学生，请学生以小组为单位提出解决方案并解决，撰写研究报告；

第三，国庆庆典活动是一个数学问题场，中间有很多数学问题值得研究，可以启发学生开展研究，比如北京八中初一学生研究的问题还有：彩车方阵中的 2019，国庆烟花离我家有多远等，庆典中习总书记的阅兵车平均速度是多少，空中梯队的编排问题等。类似的活动中都有许多问题可以研究，可以启发学生自主开展研究。

【案例内容】

步兵方阵通过检阅区的时间问题研究

方翊璇 董重 张佳媛 陈景宜 谢一格 周涵

指导教师：张秋怡

一、研究的缘起

十月一日，天安门广场上举行了庄严隆重的建国七十周年阅兵仪式。相信观看了此次仪式的同学们，无一不会为军人整齐划一的步伐与队伍感到震撼。看着阅兵式，我不禁联想到了这个学期的运动会，尽管我们也训练了很长时间，但是走的方阵就没有阅兵中的方阵那样整齐。可见，接受检阅的士兵在方阵训练时是非常辛苦的。



看着一排排战士从天安门城楼前走过，一个个方阵仿佛完美复刻一样。整个阅兵仪式编排的是如此精妙，与背景的进行曲紧密贴合，要想做到得经过严密的计算，那么多个方阵，居然能够以相等的时间通过检阅区完美得完成受阅。这不禁让我想到了一个问题：一个步兵方阵经过检阅区所用的时间是多少？

二、研究设计

1. 问题分析与数据获取

根据要研究的问题，我们需要知道何为“检阅区”和检阅区的长度，一个步兵方阵的长度和行进速度。

检阅区是天安门前东华表和西华表之间的区域，受阅方阵到自东向西受阅时，到了东华表将从领队将军的口令下将行进步改为踢正步，直到走出西华表改为行进步，期间接受天安门上的首长检阅，东西华表之间的距离为 96 米；

每个受阅步兵方阵都有 352 人。领队是两位将军，独立成排，与后方第一排

士兵间距 6 米；350 名士兵站成 14 排，各排间距为 1.2 米。检阅区与步兵方阵的通过示意图如下图所示。



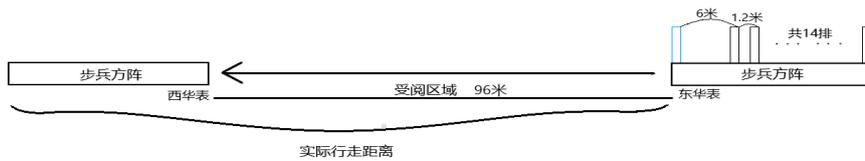
受阅部队对外发布的信息是战士的步长为 75 厘米，每分钟要踢出 112 步的正步。

2. 解决方案

要求出阅兵方阵通过阅兵区的时长，可以利用 $S=vt$ 列方程得到 t 值。

首先求出总路程步兵方阵需要行走的总路程：实际行走距离 (S) = 受阅区域 + 方阵长度，而方阵长度属于“植树问题”，后方十四排士兵之间共十三个空隙，再加上将军与士兵之间的 6 米，此外，还要计算将军的鞋长 30 厘米；

再计算得到行进速度，将步/分转化为米/分即可。



三、计算求解

步兵方阵的长度是 $(14-1) \times 1.2 + 6 + 0.3 = 21.9$ 米；

行进总路程： $96 + 21.9 = 117.9$ 米

计算方阵的行进速度：112 步/分，每步 75cm，行进速度为：84 米/分。

接下来根据题意列出方程，

$$\begin{aligned}
 \text{解：设一个步兵方阵经过检阅区所用时间为 } x \text{ 分钟} \\
 112 \times 0.75x &= 128 \times 0.75 + (14 - 1) \times 1.2 + 6 + 0.3 \\
 84x &= 96 + 15.6 + 6 + 0.3 \\
 84x &= 117.9 \\
 x &= \frac{393}{84} \\
 x &= \frac{131}{28} \\
 x &\approx 4.68
 \end{aligned}$$

∴ 一个步兵方阵经过检阅区所用时间约为 4.68 分钟。

由此，我们得到了这个问题的结论。

四、结论与讨论

1. 结论

步兵方阵经过检阅区的时间约为 1.4 分钟。

2. 讨论

(1) 关于步兵方阵通过检阅区问题，网上有很多报道，但提供的信息有步长、检阅区即东西华表之间的距离等，但却没有查到时间信息。其实，从阅兵指挥部的角度看，分秒必争的阅兵式设计当日要算清每个方阵的通过时间，因此，一定是先确定通过检阅区的时间而为受阅部队提出的行进速度提出要求的。不过这些问题都说的是路程、速度和时间的关系。

通过这个问题的分析和解决，我们感受到了这个问题与小学学过的“植树问题”和“火车过桥问题”的关系，其实，都是一样的。

(2) 研究完这个数学问题后，我们回到自己的现实生活，思考了这样一个问题：运动会时，班中要选出 30-40 名同学走开幕式的方阵，需要这些同学在经过体操台时喊口号，而喊口号的时长也是需要设计的，于是我提出了这样一个运动的问题：

已知体操台长 10 米，喊一遍口号约为 7 秒，方阵前进速度为 112 步/分，步长约 75 厘米，请你设计这个方阵的排列方式，使得方阵从第一排开始进入到最后一排离开体操台的过程中能够喊完两遍口号。

同学们可以和我们一起借鉴研究一个步兵方阵经过检阅区所用的时间问题研究方法，再做研究呀！