

# 基因 DNA 和染色体空间结构关系演示仪

王 燕 / 北京第五中学分校

## ◎ 简介

中学生物课程在讲授“遗传”部分时，基因、DNA 和染色体等概念及其空间结构关系的理解，既是重点更是难点。学生们对于这些知识非常感兴趣，但缺乏相应直观形象的教具辅助学习，因此，师生们都深感这些问题抽象费解。为此，我们在研究了有关文献的基础上研制了此 7 件套系列教具，包括教师演示讲解用 3 件（染色体四级结构演示仪、基因—DNA—染色体一级二级三级空间结构关系演示仪和 DNA 模型改进演示仪）和学生用可拆装式教具 4 件。

这套教具将抽象变形象、微观变宏观、平面变立体、费解变易解，不但直观地诠释解决了前面提到的一系列重难点焦点问题，满足了教学急需，填补了教具空白。而且，还有助于提高学生的动手和创新能力。

## ◎ 制作思路与说明

### ① 染色体四级结构演示仪

因为丝状、由塑料外皮包裹铜芯构成的塑铜线的结构与丝状、染

色质即染色质丝是由 DNA 缠绕蛋白质构成、进而构成染色体的结构很相似；而红色又有助于学生记住“染色”这个词，所以，染色体四级结构演示仪就用红色丝状塑铜线表示由 DNA 缠绕蛋白质构成的细胞分裂间期的染色质丝。在细胞分裂期，染色质（丝）共进行 3 次即 3 级高度左旋缩短变粗就构成四级柱状染色体。所以，在制作中，演示仪就用红色丝状塑铜线进行 3 次高度左旋缩短变粗而构成级柱状结构以表示染色质丝构成的染色体四级柱状结构。细胞分裂前期和中期的染色体四级结构中，实际包含着①已经复制完、②由着丝点连接着的、③两条、④姐妹染色单体（包括长臂、短臂和着丝点）等要素，所有这些要素染色体四级结构演示仪都可一一表示出。通过它，可清晰地看出：染色质丝是如何缠绕、遵循什么规律，最终构成染色体四级结构的；染色质丝和染色体、染色单体等存在着怎样的空间结构关系。根据教材图示，我们将教具中“染色体三级以下结构”进行进一步高倍放大（二级以下放大 5 百万倍）。制作完成的成品见图 1。

### ② 基因—DNA—染色体一级二级三级空间结构关系演示仪

在此教具中，教材中易产生疑问的诸多概念和结构都要尽可能表示出。

◆ 我们用电话外线表示 DNA 双链。因为电话外线是并行的、由双股细电线组成、丝带形、有一定硬度易成型，就恰好把 DNA 并行、双链构成、丝带形、在染色质丝和染色体中起骨架支撑作用的特点都充分地表示出来了。

◆ 为了更加凸显、表明电话外线表示的是 DNA 双链，我们还在构成电话外线的两股细电线间加装了几对自制的彩色链状配对结构，用以表示 DNA 双链间的碱基对。

◆ 基因和 DNA 的关系以及基因的分类通过可将表示 DNA 双链的电话外线喷成多种不同的色段反映，多种不同彩色段表示一条 DNA 上含有许多不同的有效基因，电线本色即黑色段则表示无效基因，在染色体末端是无效基因即黑色段。

◆ 用白色药丸壳表示构成染色质（丝）和染色体的组蛋白分子；既方便学生记忆，记住“蛋白”一词，又便于组装，还能减轻重量，便于



图1 染色体四级结构演示仪(包含两条姐妹染色单体)



图2 基因、DNA 和染色体(一级、二级、三级)空间结构关系演示仪

取用。

◆ 宏观教具与微观结构图严格地一一对应,将DNA、碱基对、有效基因、无效基因、八聚体组蛋白分子、核小体及它们如何构成染色丝、染色丝又如何构成染色体和染色单体等空间结构关系都充分表示出,见图2。

◆ 无论是染色体一级与二级的直径之比,还是宏观与微观之比都严格遵循科学的严谨性和教具的示范性原则。

#### ➤ DNA 模型改进演示仪

本来,在此套教具中,DNA 的结构不是重点表达的内容。但为了解释说明“基因、DNA 和染色体一级二级三级空间结构关系演示仪”中,用“碱基对”代表DNA的原因,防止学生们将DNA 与染色体的结构相混淆,我们将“DNA 模型改进演示仪”也归入了此套教具。

#### ➤ 用于学生参与动手实践、可随时拆装的4件教具

为了加深对于上述遗传学理论知识的深刻理解,同时,更是为了与时俱进,体现现代教育理念,使学生适应时代需要,我们还开发了有助于学生参与动手实践、提高动

手能力和创新能力、可随时拆装式教具4件,包括染色体一级染色质丝的组装、染色体二级结构螺线管的组装、染色体二级和三级筒状超螺线管组装和染色体三级和四级即终极螺线管组装。

#### ◎ 制作效果和特点

◆ 独创性强。通过各种检索,没有发现类似作品。

◆ 纠正弥补了原有DNA 模型主要结构脱氧核糖表示上的误漏与不足。

◆ 满足了教学急需,解决了初高中生物有关遗传的教学中共同的重难点和焦点问题,填补了教具空白。

◆ 教学效果非常显著,示范性、实效性强。用宏观模型打破了平面图的局限,科学地模拟微观结构,将微观变宏观、抽象变形象、平面变立体、费解变易解,使之直观、立体、清晰、形象、科学,所示结构一目了然。

◆ 设计与制作科学、严谨、精准、周密。

◆ 应用广,与时俱进,教学方式灵活,符合现代教育理念。这

套教具初高中甚至大学都能用,不但能用于教师演示、讲解,而且还能用于学生动手实践,从而有利于提高他们的动手能力和创新能力。

该项目获得第29届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果生物教学类一等奖。

#### 专家评语

该演示仪基于长期困扰中学生生物课的问题而提出,选题有实际意义。作品根据分子生物的物质层次和空间结构,使用简单易得的材料,模拟制作出基因、DNA、染色体等空间结构系列演示教具,创意新颖,设计巧妙。制作中对各种结构特点、参数进行了较为深入的研究,精心选择的制作材料很好地反映了各结构件的比例关系。该教具既便于教师进行课堂演示,又适合学生合作探究,符合当前生物课改的要求。■