

体能测试时间安排的优化

都超余锐

(阿克苏职业技术学院公共基础学院, 阿克苏市第二小学, 新疆阿克苏 843000)

摘要: 本研究基于体能测试时间安排问题, 该问题为 2007 年大学生数学建模国赛 D 题, 若采用 5 个项目依次进行的常规模式, 由于每个项目可同时测试的人数不一致, 导致测量仪器的使用率较低, 学生等待时间较长, 耗时较长。本文介绍一种方法, 5 个项目的测试同时进行, 可大大提高测量仪器的使用率, 既耗时短, 又大大节省了学生的等待时间。

关键词: 使用率; 耗时; 体能测试

一、方法介绍

立定跳远、肺活量测量仪器各 1 台, A 做立定跳远测试, B 做肺活量测试, 同时开始, 耗时 25 秒。然后 A、B 对调, A 做肺活量测试, B 做立定跳远测试, 又耗时 25 秒。至此, A、B 两人已经完成了立定跳远、肺活量两个项目的测试, 耗时 50 秒。

身高与体重测量仪器 3 台, 握力测量仪器 2 台, C、D 两人同时做握力测试, 耗时 20 秒, 然后两人同时做身高与体重测试, 耗时 15 秒。因此, C、D 两人完成握力、身高与体重两个项目的测试, 耗时 35 秒。

那么 A、B 两人在完成立定跳远、肺活量两个项目测试的同时, C、D 两人也完成握力、身高与体重两个项目的测试。

现在有 n 个学生, 1、2、3、4、5、6、……、 $n-1$ 、 n , n 为偶数且 $n \geq 4$ 。

1、2、3、4、5、6、……、 $n-1$ 、 n 每两人一起依次做立定跳远、肺活量两个项目的测试, 3、4、5、6、7、8、……、 $n-1$ 、 n 、1、2 每两人一起依次做握力、身高与体重两个项目的测试。

1、2 在完成立定跳远、肺活量两个项目测试的同时, 3、4 也完成了握力、身高与体重两个项目的测试。

3、4 在完成立定跳远、肺活量两个项目测试的同时, 5、6 也完成了握力、身高与体重两个项目的测试。

5、6 在完成立定跳远、肺活量两个项目测试的同时, 7、8 也完成了握力、身高与体重两个项目的测试。

……

$n-3$ 、 $n-2$ 在完成立定跳远、肺活量两个项目测试的同时, $n-1$ 、 n 也完成了握力、身高与体重两个项目的测试。

$n-1$ 、 n 在完成立定跳远、肺活量两个项目测试的同时, 1、2 也完成了握力、身高与体重两个项目的测试。如表 1 所示。

表 1

握力、身高与体重	立定跳远、肺活量
3、4	1、2
5、6	3、4
7、8	5、6
……	……
$n-1$ 、 n	$n-3$ 、 $n-2$
1、2	$n-1$ 、 n

一批 n 个学生完成立定跳远、肺活量、握力、身高与体重 4 个项目的测试, 耗时 $50 \cdot \frac{n}{2} = 25n$ 秒。

另一批 n 个学生做台阶试验测试, 耗时 $215 \times [\frac{n}{10}]$ 秒。

然后这两批学生对调一下, 互换测试项目。因此 $2n$ 个学生完成 5 个项目的测试, 耗时 $2 \max \left(25n, 215 \left[\frac{n}{10} \right] \right)$ 。

二、问题求解

(一) 每批测试人数及耗时

由于题目要求 5 项测试都在最多容纳 150 个学生的小型场所进行, 可以分两批, 一批 74 个学生做立定跳远、肺活量、握力、身高与体重 4 个项目的测试, 另一批 74 个学生做台阶试验, 同时进行。因此每轮测试 148 人。

74 个学生完成立定跳远、肺活量、握力、身高与体重 4 个项目的测试, 耗时 $50 \times 37 = 1850$ 秒。

台阶试验测量仪器 2 台, 每台仪器一次测试 5 个学生, 需要 3 分 30 秒, 即 210 秒, 那么 10 个学生完成台阶试验项目, 耗时 215 秒。74 个学生完成台阶试验, 耗时 $215 \times 8 = 1720$ 秒。

然后两批学生对调, 互换测试项目。148 个学生完成 5 个项目的测试, 耗时 $1850 \times 2 = 3700$ 秒。

(二) 两个不同时间段能完成体能测试的学生人数

1.8: 00 — 12: 10 时间段

$$15000 \div 3700 = 4 \cdots 200 \text{秒}$$

由于一次台阶测试耗时 210 秒 (不算录入学号的时间), 因此 200 秒不够 1 个学生完成 5 个项目的测试。

此时间段最多可以完成 $\square \square \square =$ 个学生的体能测试。

2.13: 30 — 16: 45 时间段

$$11700 \div 3700 = 3 \cdots 600 \text{秒}$$

由于每 10 个学生完成台阶测试耗时 215 秒, 因此 600 秒可供

20 个学生完成 5 个项目的测试。

600 秒可供 20 个学生完成 5 个项目的测试。

此时间段最多可以完成 $148 \times 3 + 20 = 464$ 个学生的体能测试。

(三) 时间段选择

学生总数 2036 人，如果只利用上午的时间段测试，需要 4 天 4 个时间段。

如果每天利用两个时间段测试，需要 2 天 4 个时间段。

本文采取每天利用两个时间段测试。

(四) 每个时间段测试班级的确定

表 2 符号注释

n_i	第 i 个班的学生人数
a_j	第 j 个时间段可以完成体能测试的最大学生人数，
x_i	第 i 个班是否在第一时间段参加测试，1 表示是，0 表示否
y_i	第 i 个班是否在第二时间段参加测试，1 表示是，0 表示否
z_i	第 i 个班是否在第三时间段参加测试，1 表示是，0 表示否
w_i	第 i 个班是否在第四时间段参加测试，1 表示是，0 表示否

4 个时间段的测试班级由下面的线性规划模型确定。

表 3 第一时间段测试班级

班号	54	33	44	45	2	13	14	15	50	3	4	6	总人数
人数	75	51	50	50	45	45	45	45	45	44	44	44	583

由于每批测试 148 人，因此需要将某些班级分组，例如上表中 44 班要分成两组，一组 22 人，一组 28 人。

表 4 第二时间段测试班级

班号	16	37	47	7	41	46	49	51	1	31	48	总人数
人数	44	44	43	42	42	42	42	42	41	41	41	464

表 5 第三时间段测试班级

班号	42	19	34	40	53	10	21	22	39
人数	40	39	39	39	39	38	38	38	38
班号	11	38	43	26	20	30	23	总人数	
人数	37	37	37	36	35	33	28	591	

表 6 第四时间段测试班级

班号	32	29	18	25	5	12	24	28	8
人数	33	32	30	30	26	25	25	24	20
班号	9	17	27	35	36	52	55	56	总人数
人数	20	20	20	20	20	19	17	17	398

三、建议

学校可以引进各项测量仪器，使每个项目可同时测试的人数

$$\max \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot y_i + \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot z_i + \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot w_i$$

s.t.

$$(1) \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot x_i \leq a$$

$$(2) \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot y_i \leq a$$

$$(3) \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot z_i \leq a$$

$$(4) \sum_{i=1}^{56} n_i \cdot w_i \leq a$$

$$(5) x_i + y_i + z_i + w_i = 1, i = 1, \dots, 56$$

(1) 至 (4) 表示同一班的所有学生要在同一时间段内完成所有项目的测试。

(5) 表示每个班都要在 4 个时间段中的某一个参加体能测试。

如果目标函数的最大值为学生总数 2036，表明 4 个时段可以完成所有学生的测试。如果目标函数的最大值小于学生总数 2036，表明 4 个时段不能完成所有学生的测试，因此增加一个时段……直至可以完成所有学生的测试。

本题 4 个时段可以完成所有学生的测试，4 个时间段的测试班级见表 3 至表 6。

相等，采用 5 个项目依次进行的常规模式，提高了仪器的使用率，还可以省去录入学号的时间。

(一) 测量仪器的使用率为仪器工作时间与总测试时间之比

(二) 从此处开始，如不特别说明，所有耗时都包括录入学号的时间。

(三) $[x]$ 表示 x 向上取整，例如 $[7.2]=8$ 。

参考文献：

[1] 钟建. 如何选择高效的实心球练习方式 [J]. 田径, 2021 (9) : 2.

作者简介：都超（1983—），男，新疆阿克苏人，阿克苏职业技术学院公共基础学院讲师，硕士，研究方向：数学建模研究。