

田径场地

陈于山 陈琳 编著

设计计算测量和画法

TianJingChangDi

SheJiJiSuanCeliangHeHuaFa

人民体育出版社

田径场地设计计算 测量和画法

陈于山 陈琳 编著

人民体育出版社

图书在版编目(CIP)数据

田径场地设计计算测量和画法 / 陈于山, 陈琳编著. -北京: 人民体育出版社, 2015

ISBN 978-7-5009-4862-9

I. ①田… II. ①陈… ②陈… III. ①田径运动-场地-建筑设计 IV. ①TU245.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 223886 号

*

人民体育出版社出版发行
三河紫恒印装有限公司印刷
新华书店经销

*

787×1092 16 开本 10 印张 198 千字
2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷
印数: 1—3,000 册

*

ISBN 978-7-5009-4862-9

定价: 30.00 元

社址: 北京市东城区体育馆路 8 号 (天坛公园东门)

电话: 67151482 (发行部)

邮编: 100061

传真: 67151483

邮购: 67118491

网址: www.sportspublish.com

(购买本社图书, 如遇有缺损页可与邮购部联系)

作者简介

陈于山，1949 生，福建省莆田市人。福建省福州第三中学高级教师，田径国家级裁判员，中国田径协会人工合成材料跑道田径场地验收员。40 多年来对田径场地设计计算画线和体育工艺等进行深入研究，多次担任全国田径比赛场地器材裁判工作，参加验收田径场地 60 片以上，指导施工的田径场地 40 片以上。撰写的多篇相关论文在《北京体育大学学报》和省级等刊物上发表。参加编写的中华人民共和国住房和城乡建设部制定的《中小学校体育设施技术规程》（JGJ/T280-2012）于 2012 年正式发布实施。编写的本书讲稿和课件已用于 2014 年中国田径协会举办的田径场地验收人员培训班的讲课。现受聘于北京中体建筑工程设计有限公司，担任第一届全国青年运动会福州市场馆建设工程体育工艺咨询专家。



内 容 提 要

本书除《前言》外共有6章27节：《前言》中阐述了编写本书的必要性和重要性。第一章对标准田径场地定位做了概述。第二章对以半径为36.50米标准田径场弯道上点位的数理计算原理，进行了分析说明。第三章对编制计算程序进行了数据处理，并给出了径赛项目的点位数据。其中关于抢道线和不分道跑的起跑线、异程接力起跑线和接力区画法、3000米障碍的起跑线与栏架位置应根据水池建好的准确位置重新测量和计算测量定位，是笔者经过多次验证后所得出的科学数据。第四章根据2014—2015《田径竞赛规则》和2012年7月第2次印刷的《田径场地设施标准手册》要求，对径赛场地的画法进行了统一。第五章介绍了田径场地布局和田赛场地的画法。第六章对非标准田径场地画法做了示例引导，特别强调了对不安装道牙的田径场，第1道实跑线半径只能加0.20米。附录部分提供了非标准场地建设的参考数据和一些球类场地画法尺寸供参考。

前言

随着我国改革开放的不断深化、经济建设的迅速发展,以及人民生活水平的不断提高,广大人民群众对体育运动的认识也不断提高,群众性体育活动广泛开展,人民群众对体育运动场地的需求也愈来愈强烈。另外,随着我国体育运动水平的不断提高,参加和举办国际体育比赛愈来愈多,迫切需要建造更多的符合国际标准的体育运动场地和设施,以进一步促进我国体育运动健康发展,并与国际接轨,适应现代体育比赛和训练的需要,使我国的体育运动更上一层楼。

田径是所有体育运动项目的基础,有着广泛的群众基础,是群众喜闻乐见的一项运动,特别在学校,大都设有田径项目。因此,学校必须有一个田径运动场,用以教学、训练、比赛和开展群众体育锻炼。

田径运动场地的修建,是一个投资大项,场地面积大,活动项目多,用途广,影响大,质量要求也高。因此,应该按照国际田联、中国田径协会和国家有关建筑方面的标准和要求,把田径场地建设好。

田径场地的设计、计算、测量和画法,是体育教师、教练员、大专院校体育系学生、田径裁判员等体育工作者必须掌握的基本知识和技能,同时也是田径场地施工企业人员测量画线的基本依据。

随着田径运动的不断发展,竞赛规则不断修改,原来出版的一些相关书籍,有的已不适应新规则对田径场地画线的要求。近年来,笔者在对田径场地验收和做现场施工指导时发现,有的施工企业人员仍延用过时的资料进行画线,以致产生较多误差,影响了田径竞赛的公平与公正。有鉴于此,笔者依据 2014—2015《田径竞赛规则》、2012 年 7 月第 2 次印刷的《田径场地设施标准手册》的规定和中国田径协会有关文件规定,运用数学理论对田径场地的设计、计算、测量和画法进行了认真的研究;运用计算机对相关数据进行了编程处理,绘制了大量图表,并做了详细分析和文字说明,最后汇编成本书,希望能对规范田径场地测量和画线有所帮助,以提高田径场地的建设质量,同时对田径场地设计计算测量和画线的教学提供参考。

由于水平有限,书中可能存在疏漏与不妥之处,真诚地欢迎广大读者、专家、同行提出批评与建议。

编者

目 录

第一章 田径场地设计	(1)
第一节 径赛场地的定位	(1)
第二节 400m 标准跑道的构成及分道线	(3)
第二章 田径场地弯道点、位的计算原理和测量方法	(5)
第一节 前伸数	(5)
第二节 单位前伸数	(6)
一、“单位前伸数”的计算方法	(6)
二、前伸数计算方法选用	(8)
三、标准田径场地弯道上点、位的测量	(8)
第三节 弯道上前伸数对应角度的计算	(9)
一、角度测量算法	(9)
(一) 计算测量角度	(9)
(二) 角度计算方法选用	(10)
二、经纬仪的使用	(12)
第四节 弯道上前伸数和放射线的计算原理	(14)
一、放射线计算基本原理	(14)
二、放射式丈量法的计算与应用	(15)
(一) 相应基准点放射式丈量法	(15)
(二) 固定基准点放射式丈量法	(17)
三、钢尺丈量方法及要求	(19)
第三章 弯道上点、位的计算及数据	(20)
第一节 弯道上径赛项目起跑线点、位、线的计算	(20)
第二节 接力区各点、位、线的计算	(21)
一、4 × 100m 接力	(21)
(一) 第一接力区	(21)
(二) 第二接力区	(23)
(三) 第三接力区	(24)

二、4 × 400m 接力	(26)
(一) 起跑线前伸数	(26)
(二) 第一接力区	(26)
(三) 第二、三接力区	(27)
三、1000m (100m+200m+300m+400m) 异程接力	(28)
(一) 起跑线前伸数	(28)
(二) 第一接力区	(29)
(三) 第二接力区	(31)
(四) 第三接力区	(34)
四、4 × 800m 接力	(34)
五、4 × 1500m 接力	(34)
第三节 跨栏跑栏架点、位前伸数的计算	(35)
一、男子 110m 栏和女子 100m 栏	(35)
二、男子、女子 400m 栏	(35)
三、少年乙组男子、女子 300m 栏	(40)
四、少年男子、女子 200m 栏	(40)
第四节 径赛不分道项目的起跑线及抢道线	(43)
一、径赛不分道跑项目的起跑线及抢道线	(43)
二、径赛不分道项目的起跑线及抢道线的类型	(43)
(一) 第一种类型: 800m 跑抢道线	(43)
(二) 第二种类型: 10000m 起跑线	(46)
(三) 第三种类型: 1500m 起跑线	(48)
第五节 障碍跑的起跑线和水池及栏架点、位的计算	(50)
一、水池在弯道内的 3000m 障碍跑距离的计算	(50)
(一) 计算过渡跑道实跑线距离	(50)
(二) 水池在弯道内障碍跑距离的计算	(52)
(三) 障碍栏架的设置和起跑线的位置	(52)
(四) 水池位置的测量	(53)
(五) 检查水池建造实际位置	(54)
二、水池在弯道外的 3000m 障碍跑距离的计算	(55)
(一) 计算过渡跑道实跑线距离	(55)
(二) 水池位置的测量	(55)
(三) 障碍栏架的设置和起跑线的位置	(55)
三、实际测量水池位置、调整起跑线和栏架点、位、线的方法	(58)
(一) 障碍跑道周长及起点位置	(59)
(二) 栏架位置	(60)

第四章 径赛项目点、位、线的画法	(62)
第一节 终点线位置和画法	(63)
一、终点线的位置	(63)
二、终点线的画法	(63)
三、终点距离的确认线	(64)
四、终点摄影标志点	(65)
第二节 直道上起跑的径赛项目标志的画法	(66)
一、起跑线位置及画法	(66)
二、直道和弯道交叉处虚线的画法	(66)
第三节 跨栏跑项目的栏架点、位和标志线的画法	(67)
一、100m 栏、110m 栏	(68)
二、400m 栏	(69)
三、少年乙组男子、女子 300m 栏	(69)
四、少年男子、女子 200m 栏	(69)
第四节 接力跑各接力区标志线的画法	(70)
一、4 × 100m 接力区的画法	(70)
二、4 × 400m 接力区的画法	(71)
三、1000m (100m+200m+300m+400m) 异程接力区的画法	(71)
四、4 × 800m 接力区的画法	(72)
五、4 × 1500m 接力区的画法	(72)
第五节 部分分道跑和完全不分道跑项目起跑线的画法	(72)
一、部分分道跑项目 (800m) 起跑线和抢道线的画法	(72)
二、完全不分道项目起跑线的画法	(72)
第六节 障碍跑起跑线、栏架、水池的设置和过渡跑道线的画法	(74)
一、起跑线的画法	(74)
二、过渡跑道的画法及标志物的放置	(74)
三、障碍栏架记号的画法	(74)
四、障碍跑水池	(75)
第七节 跑道上标志线的画法	(77)
第五章 标准田径场布局和田赛场地画法与设置	(78)
第一节 田径场地整体布局和田赛场地布局的原则	(78)
一、田径场地整体布局	(78)
二、田赛场地布局原则	(78)

第二节 跳跃项目	(80)
一、跳高项目场地线的画法	(80)
二、跳远、三级跳远项目场地线的画法	(80)
(一) 落地区(沙坑)	(80)
(二) 起跳板	(81)
(三) 助跑道	(82)
三、撑竿跳高项目场地线的画法	(82)
(一) 助跑道	(83)
(二) 插斗	(83)
(三) 落地区	(83)
第三节 投掷项目	(85)
一、推铅球项目场地线的画法	(85)
(一) 铅球投掷圈的画法	(86)
(二) 抵趾板的安装及画法	(86)
(三) 落地区的画法	(86)
二、掷铁饼、掷链球项目场地线的画法	(87)
(一) 落地区的画法	(87)
(二) 投掷圈的画法	(88)
(三) 掷铁饼、掷链球项目场地的定位及护笼的安装	(88)
三、掷标枪项目场地线的画法	(90)
(一) 助跑道的画法	(90)
(二) 投掷弧的画法	(91)
(三) 落地区的画法	(91)
第六章 非标准田径场的计算和画线	(92)
第一节 半圆式 400m 田径场	(93)
一、设计并计算半径为 36.60m 半圆式 400m 田径场的点、位、线 ...	(93)
(一) 第 1 道的周长	(93)
(二) 前伸数	(94)
(三) 单位前伸数值	(94)
(四) 测量角度	(95)
二、计算前伸数、测量角度和放射线	(95)
(一) 弯道上的径赛项目起跑线数据	(95)
(二) 4 × 100m 接力	(96)
(三) 400m 栏各栏的点、位	(100)
(四) 4 × 400m 接力各接力区的点、位、线	(104)

(五) 1500m、10000m 起跑线的放射线及 800m 切入差	(104)
第二节 周长 350m 半圆式田径场	(105)
第三节 周长 300m 半圆式田径场	(116)
第四节 周长 250m 半圆式田径场	(123)
第五节 周长 200m 半圆式田径场	(128)
第六节 周长 200m 长方形田径场	(132)
附录 1 非标准田径场地建设的参考数据	(136)
附录 2 球类场地参考图	(137)
参考文献	(144)
后记	(145)

第一章 田径场地设计

田径场地有标准场地和非标准场地两类，都是由两个半圆和两个直段跑道组成的。

标准田径场，也称半圆式 400m 标准田径场。非标准的田径场可分两种：一种是周长 400m，但形状不标准；另一种是周长不足 400m，形状也不标准。不论哪种田径场，都要有若干条跑道，中央应有可供设计球类运动的地方，两侧和两端应有可供修建沙坑和投掷区的空地。

第一节 径赛场地的定位

国际田联《田径竞赛规则（2014—2015）》（以下简称《规则》）、《田径场地设施标准手册》（2012 年 7 月第 2 次印刷，以下简称《标准手册》）对标准田径场地都有明确规定。《标准手册》（24 页）指出：“经验表明，最适宜的 400m 椭圆跑道是建成弯道半径在 35.00m 与 38.00m 之间，最好的是 36.50m。现在，国际田联建议所有今后新造的跑道应按后者的规定建造，并被称为‘400m 标准跑道’。”（如图 1.1）按国际田联规定：400m 标准跑道包括两个半径 36.50m 的半圆和与之相连接的长度为 84.39m 的两个直段，8 条跑道，各宽 1.22m，终点线前至少有 17.00m 的缓冲区，直道至少为 130.00m。跑道内外侧要预留 1m 以上的无障碍区（如图 1.1 中标出的“无障碍区”）。

在明确“400m 标准跑道”规定的前提下，为了便于在径赛场地进行测画工作，必须对场地进行定位。通常的定位方法是把总终点设在 AE 处的直、曲段，称为第一直、曲段分界线（简称第一分界线），然后按逆时针方向（向前）顺次将其他几个直、曲段 DF、CG、BH 称为第二、三、四直、曲段分界线（简称第二、三、四分界线）。第一分界前的弯道 AD 称为第一弯道，第三分界线前的弯道 CB 称为第二弯道，第二分界线前的直道 DC 称为第一直道，第四分界线前的直道 AB 称为第二直道。（见图 1.1）

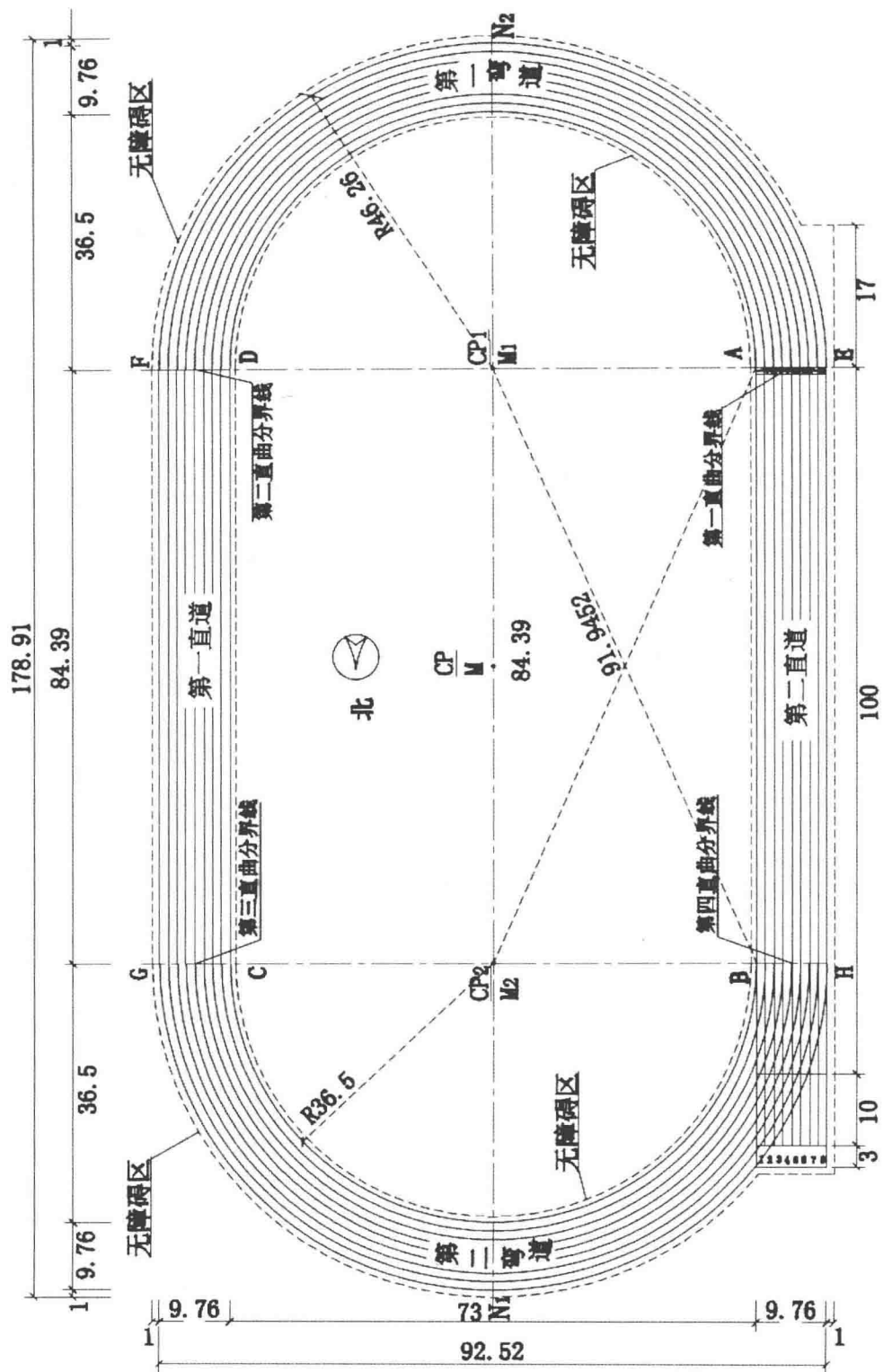


图 1.1 400m 标准跑道 (单位: m)

第二节 400m 标准跑道的构成及分道线

400m 标准跑道包括了两个半径都为 36.50m 的半圆和与之相连接的长度为 84.389m 的两个直段。跑道内边有一个高约为 0.05m、宽至少为 0.05m 的突沿（内突沿）。

《规则》规定：“应在跑道内突沿外沿以外 0.30m 处测量跑道长度”。这个“外沿以外 0.30m 处”从理论上说就是运动员跑进路线（即实跑线，也叫测量线，这条线不画出）。因此，跑道内突沿长度为 398.12m。第 1 道按理论上的跑进路线计算，长度为 400.00m（允许误差为 +0.04m，即应不少于 400.00m 和不超过 400.04m）。其他跑道由距离其内侧分道线的外沿向外 0.20m 处丈量跑进线。各项径赛的距离就是按这些实跑线计算的（如图 1.2）。

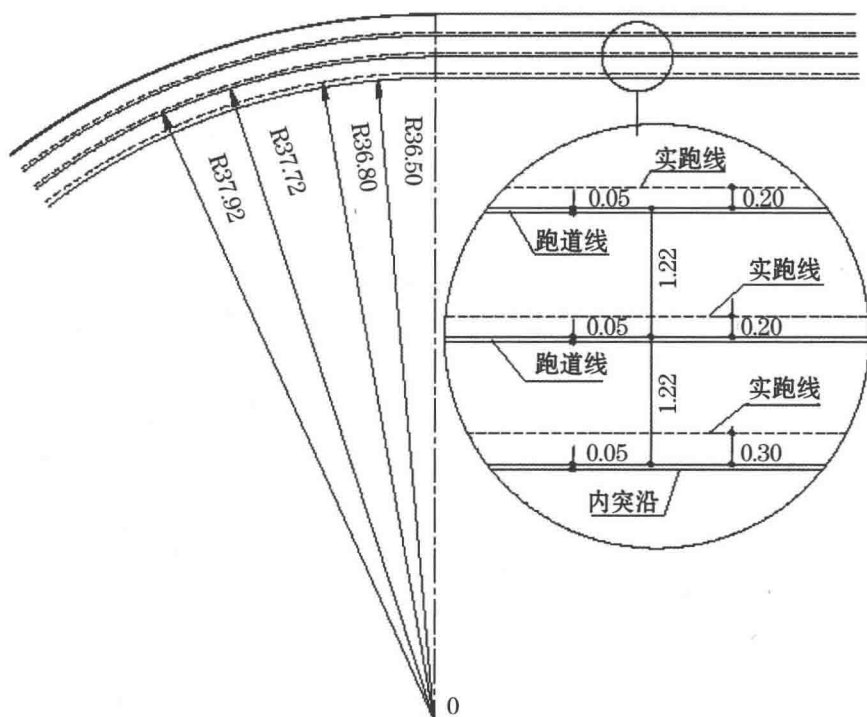
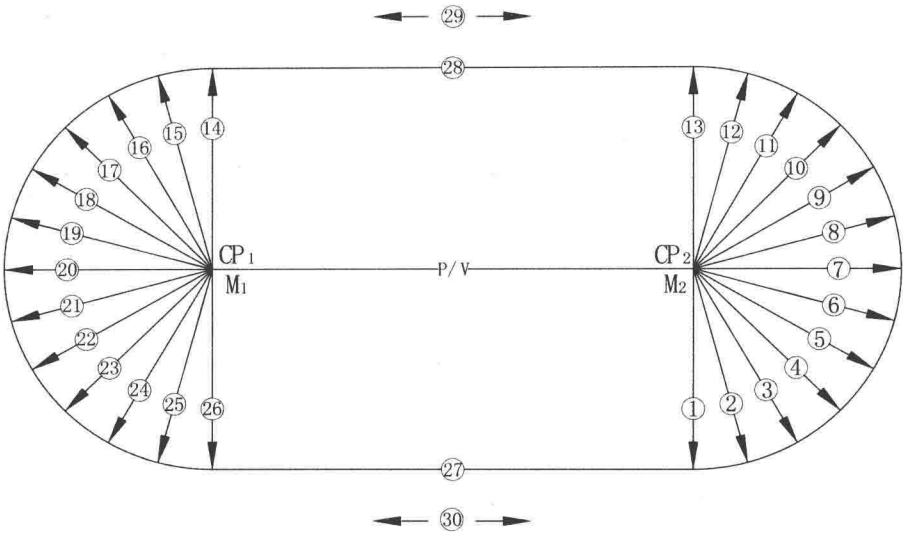


图 1.2 跑道线、实跑线（单位：m）

对所有级别比赛的丈量精确度要求是：“弯道上每 15° 一个控制点，要达到内突沿外沿上的” 30 个控制读数（如图 1.3）（《标准手册》为 28 个控制读数，为了便于操作，本文调为 30 个控制读数）。这些控制读数是突沿布局 and 精确丈量 400m 标准跑道的基础。在跑道测量放样时都应按这个要求进行操作。



P/V= 先决条件。半圆圆心间距离 (CP/M): 84.39m ($\pm 0.005\text{m}$)
①-13和14-26的测量结果: 每一处的设计半径都为 36.50m ($\pm 0.005\text{m}$)
27和28的测量结果: 每一处的设计直段都为 84.389m ($\pm 0.005\text{m}$)
29和30的测量结果: 直段的定线都为 84.389m, 允许误差 0.010m

图 1.3 400m 跑道的 30 个测量控制点

田径场上的各分道线必须是用 0.05m 宽的白线画成的。由于跑道内沿的宽度是包括在 36.50m 半径之内, 因此, 第 1 道的宽度是从跑道内沿的外侧至第二分道线的外侧计算的, 第 2 道的道宽是从第二分道线外侧至第三分道线的外侧计算的 (即各分道线的线宽包括在左侧分道的宽度之内), 其他各道, 依此类推 (见图 1.2)。

《规则》规定: 所有的“分道宽应为 $1.22\text{m} \pm 0.01\text{m}$ ” (见图 1.2)。规则还规定径赛须沿逆时针方向跑进, 即“跑进和走进的方向应为左手靠内场。分道编号应以左手最内侧分道为第 1 道。”

也可以这样确定: 画跑道线 (大线) 的过程中, 在场地上放样已弹出各跑道线的墨线 (或称记号线), 以逆时针方向跑进, 那么 0.05m 宽跑道线应画在记号线的左侧。或者说所有 0.05m 宽跑道线, 画在靠足球场一侧。

第二章 田径场地弯道点、位的计算原理和测量方法

跑道点、位，是在跑道上确定径赛各项的起点、栏架位置和各接力区域的准确位置。跑道点、位的计算原则，是对于所有的从起跑线到终点线的距离，不论是直线上的还是弯道上的，其基本要求都是：每一名运动员一致的最短路线距离，且不少于规定距离，不允许出现负偏差。

跑道测量，从起跑线到终点线的跑进的长度偏差不超过 $0.0001 \times L$ (L 是以 m 为单位的跑进长度)，也不小于 $0.000m$ 。例如：400.00m 跑道的长度允许误差为 $+0.04m$ ，即应不少于 400.00m 和不超过 400.04m。

第一节 前伸数

在弯道上进行分道跑项目比赛时，运动员必须沿各自的跑道跑完全程，或沿各自跑道跑过部分距离。由于各分道弯道半径不同，周长也不同。如果终点设在同一直线上，那么起点位置就不在一条直线上，使各分道与第 1 道形成了分道差。为了使第 2 道及以上各道的运动员与第 1 道运动员所跑的距离相等，其起点必须向前伸出比第 1 道多出的距离，这一向前伸出的距离数据就称“前伸数”。

前伸数计算方法

设： C_n 表示第 n 道前伸数。（ n 表示除第一道以外的道次）

根据《规则》规定：第 1 道圆周实跑线计算半径为 $r+0.3$ ，其他各道圆周实跑线计算半径为 $r+(n-1)d+0.2$ (r 表示第 1 道半径， d 表示分道宽，通常为 1.22m。例如第 5 道计算半径 $=r+(5-1)d+0.2=r+4d+0.2=41.58m$ 。

$\therefore$ 第一道全长 $=2\pi(r+0.3)+2L$ (设 L 表示直段长)，

第 n 道全长 $=2\pi[r+(n-1)d+0.2]+2L$ 。

$\therefore$ 第 n 道前伸数 $=2\pi[r+(n-1)d+0.2]+2L-[2\pi(r+0.3)+2L]$ ，

化简整理就有 $C_n=2\pi[(n-1)d-0.1]$ 。 (公式 2.1)

根据公式 2.1，发现前伸数与弯道半径 r 和直段 L 无关，它与道次 n 和跑道宽 d 有关。它还与全程跑几个弯道有一定关系。通常 200m (跑一个弯道)、400m (跑两个弯道) 等等，根据跑 n 个弯道来求不同的前伸数。

求一个弯道实跑线前伸数: $C_n = \pi [(n-1)d - 0.1]$ (200m 起跑线),

$$C_n = \pi [(n-1)d - 0.1] + \text{切入差 (800m 起跑线)},$$

求两个弯道实跑线前伸数: $C_n = 2\pi [(n-1)d - 0.1]$ (400m 起跑线),

求三个弯道实跑线前伸数: $C_n = 3\pi [(n-1)d - 0.1]$,

$$C_n = 3\pi [(n-1)d - 0.1] + \text{切入差 (4} \times 400\text{m 接力起}$$

跑线)。

根据上述公式将径赛弯道各项目起跑线的前伸数分列如表 2.1 所示。

表 2.1 径赛弯道各分道跑项目起跑线的前伸数 (单位: m)

道次	一	二	三	四	五	六	七	八
200m	0	3.519	7.352	11.185	15.017	18.850	22.683	26.516
400m	0	7.038	14.703	22.368	30.034	37.700	45.365	53.011
800m	0	3.526	7.384	11.259	15.151	19.061	22.989	26.933
4 × 400m 接力	0	10.564	22.087	33.627	45.185	56.761	68.353	79.963

注: 表中 800m 和 4 × 400m 接力起跑线都有抢道线和切入差问题, 有关切入差问题见第三章第四节。

第二节 单位前伸数

在弯道上, 由于各外道长于第 1 道, 因此, 在分道跑时, 各外道都要有一定的前伸数, 以保证全部运动员所跑的距离相等。

当第 1 道向前移动一定距离时, 其他各道前伸数是有变化的, 具体数字需要通过计算求出。

要知道“单位前伸数”怎么求得, 需要解释一下“单位前伸数值”, 通过“单位前伸数值”就能求出“单位前伸数”。

所谓“单位前伸数值”, 就是在弯道中, 第 1 道每前进 1m 时, 其他各道都要前进相应的距离。那么前进的相应值就是“单位前伸数”。而“单位前伸数值”计算方法是: 各外道的前伸数除以第 1 道弯道总长度。

通过“单位前伸数值”就能求出“单位前伸数”。

一、“单位前伸数”的计算方法

求“单位前伸数”必须先求“单位前伸数值”。其方法为:

设某外道单位前伸数值为 M_n , 单位前伸数值 $M_n = \frac{\text{某外道的前伸数}}{\text{第 1 道弯道总长}}$ 。