

# 电子全站仪在高校田径运动会中的应用研究及推广

花晓波,谷达华,高群,贺文双

(西南大学 资源环境学院 重庆 400715)

**摘要:**与一般简易的测量方式及高级别赛事中的测量方式进行对比,分析了电子全站仪在高校田径运动会中应用的可行性,以及全站仪自身具有的优势与运动测量的融合的必要性。通过野外的测量实验,对跳远和掷标枪项目进行了观测。在采集和处理分析数据基础上,描述了全站仪在田径运动会中的应用,重点叙述了它在田赛领域的应用。最后,提出建议和方案,将电子全站仪测量技术推广形成一种模式,将科技元素投入到高校田径运动会中,发挥它快速、便捷等特性。

**关键词:**电子全站仪;体育测量;高校;田径运动会;应用研究

中图分类号:P204 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2011)04-0045-05

## Application of Electronic Total Station in College Track and Field Games

HUA Xiao-bo, GU Da-hua, GAO Qun, HE Wen-shuang

(College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Not only compared with the general simple ways of measurement, but also with those in the high-level events, it analyses the using feasibility of the application of electronic total station in College Track and Field Games, its own advantages, and the necessity of combination with the sports measurement. Through field measurement experiment, the long jump and javelin have been observed. Based on the collection and analysis of data, this paper describes the application of total station in Track and Field Games, especially focuses on the application of field events. Finally, by offering suggestion and programs, it makes this technology widely used and form a mode, which combines technology with College Track Field Game, then plays the features of fast and convenient.

**Key words:** total station; physical measurements; university; track and field games; application

## 0 引言

在现代奥林匹克运动会的发展过程中,科技与奥运相互契合,科技日益成为奥运发展有力的技术保障,并逐渐形成了一个稳定的奥运科技体系,奥运成为科技发展新的引擎,在奥运需求的带动下,逐渐形成了一个科技创新工程体系<sup>[1]</sup>。在 2008 年的第 29 届奥林匹克夏季运动会中,电子全站仪的测算系统在田赛中发挥了重要作用,也再次让人们感受到科技奥运的魅力所在。其实,电子全站仪在大型的运动比赛中已经得到了广泛的应用,如在首届东亚运动会中,日本索尼公司无偿提供 3 套 SET 2C II 全站仪和测量技术人员为东亚运动会田赛提供成绩丈量服务<sup>[2]</sup>。

又如第八届全运会各项田径竞赛项目,与历届运动

会不同的是距离丈量工作,已经不用尺丈量而采用 Leica (徕卡) 全站仪自动测量系统<sup>[3]</sup>。但电子全站仪的使用都停留在大型的赛事中,在小型比赛如省市级大学生运动会,高校的田径运动会中很少使用。

根据小型赛事的特点,本文着力描述了电子全站仪运用于小型赛事的可行性,通过实验数据,进一步阐明它的优越性,本文采用南方 NTS-302R 电子全站仪进行数据采集。

## 1 电子全站仪用于高校田径运动会的可行性分析

### 1.1 专业支撑,有利于理论联系实际

从高校田径运动会的发展现状和特点来看,当前绝大多数高校田径运动会只属于一些极少数学生,有数据

收稿日期:2010-06-21

基金项目:西南大学资源环境学院 2008 年大学生科技创新“光炯”培育计划项目(2008020)资助

作者简介:花晓波(1988-),男,江苏南通人,土地资源管理专业本科生,主要专业方向为土地资源管理及数字化测量。

通讯简介:谷达华(1964-),男,重庆人,教授,硕士,1998 年毕业于西南农业大学土壤学专业,主要从事工程测量和地籍测量的教学及科研工作。

显示,实际参加田径运动会的人数仅占学生总数的 10%~20%。这样难以达到全体学生共同参与、共同竞争、共同提高的目的<sup>[4]</sup>。

而多数学校开设有测绘类专业或相似专业,该专业学生都会系统学习测量技术以及测量仪器设备的使用,如果将这些学生组成田径运动会测量服务队,在课余时间加以培训,熟练掌握田径运动会各项比赛的测量技术,并将测量仪器用于田径运动会中,这样不仅调动了学生学习测量知识的积极性,也能共同参与到田径运动会中,真正做到将理论知识融入到实践过程之中。

### 1.2 技术支持,有利于高校田径运动会形式多样化

高校的田径运动会应该克服内容单调,形式过于陈旧的现象<sup>[5]</sup>。在田径运动会不断改革和发展的过程中,它也越来越注重娱乐性、趣味性与竞技性相结合,调动大家参与其中的积极性。但除了在田径运动会的内容上有所创新之外,在形式上如测量手段上,仍显陈旧。2008年北京奥运会已经很好地诠释了科技奥运的涵义,而在高校的田径运动会之中,技术成分所占的比重微乎其微。借鉴奥运会的成功模式,将电子全站仪运用于高校田径运动会之中,通过技术支持,有利于运动会形式的多样化,使科技元素成为高校田径运动会中的亮点。

### 1.3 保证公平、公正,提高高校田径运动会测量数据的准确性

田径运动会的竞技性决定了必须保证比赛项目的公平和公正性,无论是奥运会这样的重大赛事,还是高校田径运动会这样的小型赛事,保证公平、公正应贯穿于比赛始终。像高校田径运动会这样的小型赛事中,项目成绩的测量往往采用基础的方式,如秒表、皮尺等,但遇到有争议的评判时,这些基础方式就不能保证测量值的精度。利用电子全站仪,可以克服原始方式不能避免的一些外部条件造成的误差,如温度、湿度、风力、大气折光等<sup>[6]</sup>。通过一定的培训,测量人员能够熟练掌握田径运动会项目的测量方法,提高测量数据的准确性。

### 1.4 快速、便捷,节省人力资源的耗费

利用基础的测量方式对运动项目的成绩进行量测时,往往耗费大量的劳力和时间,伴随着测量设备可能带来的误差,这样的方式显得越来越滞后。而在高校的田径运动会中,普遍采用上述简易的方式。利用电子全站仪作为田径运动会的工具,并组成一支测量服务队加以培训,在运动项目过程中能够达到快速、便捷,节省人力资源的效果,充分体现了电子全站仪自身的优越性。

## 2 实验材料与方法

### 2.1 实验材料

实验采用南方 NTS-302R 电子全站仪为测量工具,选取该型号全站仪主要考虑到仪器功能的实际应用及成本费用。南方 NTS-300 系列具备了电子全站仪的基础功能,即测角、测距、数据运算等,能够在实际应用过程中

起到良好效果。

### 2.2 实验方法

实验主要采取自由测站定位法的原理及余弦定理的数学模型(如图 1 所示)。自由测站定位法具有测站选择灵活、受地形限制少、野外施测工作简单及所获得的测站点坐标存在检核等优点<sup>[7]</sup>。本文采用该方法的原理(如图 2 所示),即解算未知测站点的相关信息。余弦定理是一种常见的数学运算。

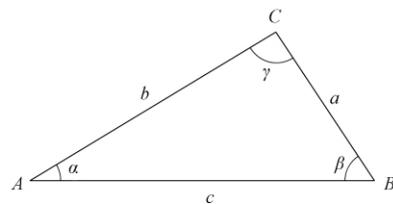


图 1 余弦定理示意图

Fig. 1 The principle of cosine theorem

(资料来源: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangle\\_with\\_notations.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangle_with_notations.svg))

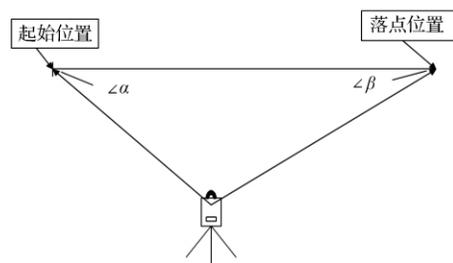


图 2 实际应用过程中的基本模型

Fig. 2 The basic model in practical application

假设 A 为起始位置, C 为落点位置,于 B 处架设电子全站仪,通过公式  $AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2AB \cdot BC \cdot \cos\beta$ ,便可计算得出 AC 边的距离。

## 3 实例应用

在体育赛事中,我们把以不同方式、在不同场地进行的跳跃、投掷项目称为田赛,包括跳高、撑杆跳、跳远、三级跳远、铅球、铁饼、标枪、链球等项目。距离是现代田赛成绩测量的主要依据<sup>[8]</sup>。实验选取跳远和掷铁饼项目作为跳跃类、投掷类项目的代表,以起跳位置到全站仪安置点之间的距离为尺度展开。

### 3.1 以跳远项目为例

分析跳远项目常见的测量误差(如图 3 所示),我们

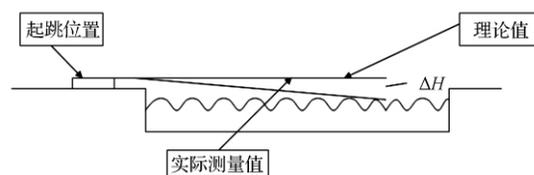


图 3 跳远项目中常见的测量误差示意图

Fig. 3 The common surveying error for long jump

以起跳点为圆心,分别在半径约 10 m、20 m 处安置电子全站仪进行实验。所得数据见表 1~2。

表 1 在距离起跳点 10 m 处左右安置全站仪后所得数据

Tab. 1 The acquired data by total station mounted 10 meters far from the jumping point

编号	盘左 ( $^{\circ}'''$ )	角度 ( $^{\circ}'''$ )	距离 /m	盘右 ( $^{\circ}'''$ )	角度 ( $^{\circ}'''$ )	距离 /m	角度平均值 ( $^{\circ}'''$ )	距离平均值 D1/m	距离平均值 D2/m	计算值 /m	量算值 /m
1	0 00 01	21 29 35	10.063	179 55 08	21 33 21	10.069	21 31 28	10.066	14.204	6.088	6.1
	21 29 36		14.188	201 28 29		14.22					
2	0 00 00	24 24 27	9.73	179 57 19	24 34 49	9.781	24 29 38	9.7555	13.089	5.839	5.86
	24 24 27		13.091	204 32 08		13.087					
3	0 00 00	25 13 15	9.57	180 06 06	25 06 25	9.589	25 09 50	9.5795	12.9955	5.941	5.95
	25 13 15		12.988	205 12 31		13.003					
4	0 00 00	24 01 49	9.741	180 00 39	24 00 44	9.746	24 01 17	9.7435	12.9435	6.093	5.68
	24 01 49		12.946	204 01 23		12.941					
5	0 00 00	26 34 36	9.628	180 04 05	26 31 04	9.622	26 32 50	9.625	12.8545	6.043	6.05
	26 34 36		12.849	206 35 09		12.86					

表 2 在距离起跳点 20 m 处左右安置全站仪后所得数据

Tab. 2 The acquired data by total station mounted 20 meters far from the jumping point

编号	盘左 ( $^{\circ}'''$ )	角度 ( $^{\circ}'''$ )	距离 /m	盘右 ( $^{\circ}'''$ )	角度 ( $^{\circ}'''$ )	距离 /m	角度平均值 ( $^{\circ}'''$ )	距离平均值 D1/m	距离平均值 D2/m	计算值 /m	量算值 /m
1	0 00 00	10 44 26	21.461	180 04 56	10 40 53	21.393	10 42 40	21.427	24.0355	4.975	5
	10 44 26		24.028	190 45 49		24.043					
2	0 00 00	11 30 35	21.652	180 01 14	11 28 45	21.659	11 29 40	21.6555	24.977	5.721	5.72
	11 30 35		24.979	191 29 59		24.975					
3	0 00 00	11 58 04	21.351	179 58 32	12 00 59	21.357	11 59 32	21.354	24.456	5.694	5.72
	11 58 04		24.46	191 59 23		24.452					
4	0 00 00	11 51 02	21.441	179 59 31	11 52 42	21.448	11 51 52	21.4445	24.852	5.864	5.88
	11 51 02		24.852	191 52 13		24.852					
5	0 00 00	11 50 35	21.797	180 01 04	11 49 55	21.765	11 50 15	21.781	25.3275	6.003	6.03
	11 50 35		25.328	191 50 59		25.327					

### 3.2 以掷标枪项目为例

根据《田径竞赛规则(2008)》有关掷标枪助跑区和落地区的相关规定,我们可以得出掷标枪项目大致示意图(如图 4 所示)。助跑道至少应长 30 m,条件许可时,不应短于 33.5 m。应用宽 5 cm 的两条平行白线标出助跑道,白线之间距离为 4 m。助跑道前端是半径为 8 m 的一条弧线,运动员应在投掷弧后面面试掷。投掷弧两端向外各画一条白色直线,线宽 7 cm,长 75 cm,与助跑道标志线垂直。在落地区方面,用两条 5 cm 宽的白线标出落地区,其内沿的延长线应能通过投掷圆心,夹角为  $34.92^{\circ}$ ,但标枪落地区除外。在掷标枪项目中,用两条 5 cm 宽带白线标出落地区,其内沿延长线,须通过投掷弧内沿与助跑道标注线内沿的交点并相交于投掷弧度圆心。落地区的夹角约为  $29^{\circ}$  [9]。

实验所得数据见表 3~4。

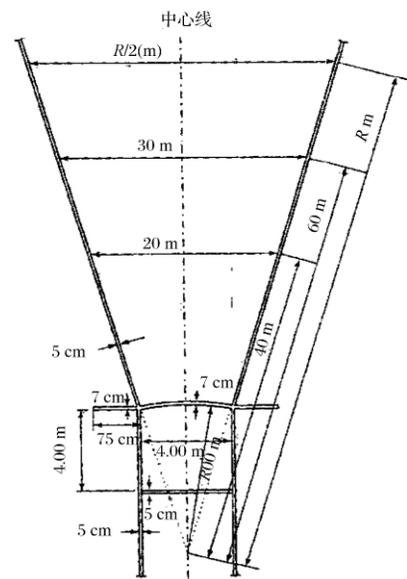


图 4 掷标枪项目助跑区和落地区示意图

Fig. 4 The acceleration zone and landing area of javelin

表 3 利用全站仪量算掷标枪项目的成绩方法一

Tab. 3 The method of measuring the results of javelin using total station (1)

编号	全站仪测量值 A1/m	全站仪测量值 A2/m	钢尺测量值 B1/m	钢尺测量值 B2/m	A1 - A2/m	B1 - B2/m
1	44.509	14.987	44.53	15.15	29.522	29.38
2	45.109	14.812	45.11	14.87	30.297	30.24
3	47.228	15.027	47.24	14.99	32.201	32.25
4	42.929	15.053	42.93	15	27.876	27.93
5	44.897	15.039	44.91	15.01	29.858	29.9

表 4 利用全站仪量算掷标枪项目的成绩方法二

Tab. 4 The method of measuring the results of javelin using total station (2)

编号	盘左 ( $^{\circ}$ )	角度 ( $^{\circ}$ )	距离 /m	盘右 ( $^{\circ}$ )	角度 ( $^{\circ}$ )	距离 /m	角度 平均值 ( $^{\circ}$ )	距离 平均值 D1/m	距离 平均值 D2/m	计算值 /m	量算值 1/m	量算值 2/m
1	0 00 00	130 51 43	21.86	180 00 05	130 54 26	21.86	130 53 05	21.86	25.547	43.146	15	43.18
	130 51 43		25.551	310 54 31		25.543						
2	0 00 00	130 25 08	21.862	179 59 05	130 25 57	21.862	130 25 33	21.862	28.071	45.407	15.01	45.4
	130 25 08		28.07	310 25 02		28.072						
3	0 00 00	127 19 52	21.86	180 00 28	127 19 28	21.861	127 19 40	21.8605	24.553	41.613	15.01	41.63
	127 19 52		24.557	307 19 56		24.549						
4	0 00 05	131 19 39	21.863	180 00 13	131 19 25	21.862	131 19 32	21.8625	27.5075	45.043	15	45.03
	131 19 44		27.499	311 19 38		27.516						
5	0 00 05	124 47 03	21.86	180 00 19	124 46 48	21.86	124 46 56	21.86	32.259	48.198	14.97	48.18
	124 47 08		32.266	304 47 07		32.252						

分析以上数据可得实验计算值与实测量算值之间的关系(如图 5 所示)。

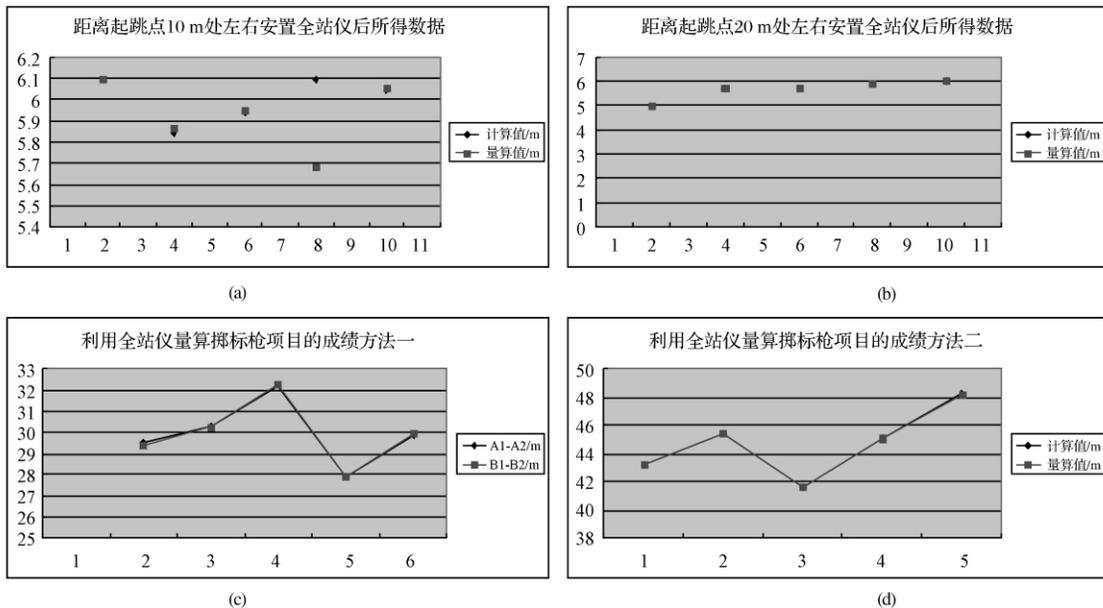


图 5 实验计算值与实测量算值之间的关系图示

Fig. 5 The relation between calculation value and practical measuring value

### 3.3 数据分析及误差判别

从实验结果来看,设想中提到的距离与测量精度之间存在某种关系在图5中有一定的体现,从点、线重叠的程度上来看,(a)中计算值与量算值的重叠程度较(b)来看较低,而且出现了一次较大的误差,必须总结这次误差出现的原因,否则会因各种疏忽导致比赛中最终成绩的不准确。对于投掷标枪项目来看,不同的测量手段导致的结果也有差异,从(c)和(d)上来看,利用电子全站仪量算的结果与计算值的重叠程度更高。两组实验能够反映出电子全站仪相对于传统的测量方式而言,保证了测量结果的精确度。

对于实验中出现的误差现象,笔者从以下几个方面给予其解释<sup>[10]</sup>:

#### 1) 测量仪器的误差

每一种测量仪器都具有一定限度的精密程度,观测结果也会受到相应的影响,加之测量仪器本身也存在一定的仪器误差,都会造成测量结果误差。因此在现实测量中我们应当在测量实践前进行仪器调试、检验、校正,最大程度地减少测量仪器误差。

#### 2) 观测者人为误差和熟练程度

由于观测人员视觉、听觉等感觉器官的鉴别能力有一定限度,在仪器安置、照准、读数等方面都会产生误差。此外,观测人员对测量技术掌握的熟练程度、工作态度也会对观测结果的质量有直接的影响。因此,我们在现实测量中,应当对观测人员进行培训、筛选,确保人为因素导致的误差在最小的范围之内。

#### 3) 外界环境条件误差

田径运动会的举行对外界的环境条件有较高的要求,这跟测量工作有一定的相似性,如温度、风力、折光等自然因素都会对观测结果带来种种影响,对于这些动态的因素,测量人员应当及时记录准确的数据,对测量仪器要进行调试。

## 4 结束语

电子全站仪在高校田径运动会等小型赛事中的应用具有自身的优势,发挥并推广电子全站仪的快捷、准确等优势有其重要的意义。在高校中,组建校园田径运动会测量兴趣爱好小组<sup>[11]</sup>,吸引测绘专业和其相关专业的同学参与其中,由测绘专业的老师和体育运动专业的老师对他们进行技术培训和理论指导,在每年的田径运动会中利用电子全站仪进行测量,取代过去传统的测量方式。

电子全站仪不仅能够在校田径运动会中应用,在体育运动相关专业的日常训练中也能够起到很好的效果。在开设运动测量相关课程时,可以强化对电子全站仪在日常训练中应用的讲解。电子全站仪也能够在地丈量方面起到很好的效果,如跑道实际长度,跳跃式运动的高度等。

此外,电子全站仪测量模式也可以进一步更新和多样化,利用新型的电子全站仪如南方NTS-660系列、NTS-960系列的电子全站仪,可以进行编程,与过去“NTS-302R+计算器”的模式相比,进一步提高其测量速度,更重要的是能够提供可视化的观测界面,能够通过显示屏一目了然的进行观测。但新型电子全站仪价格较高,一般型号的仪器同样能够满足测量的精度要求,高校可视具体情况而定。

致谢: 本文感谢西南大学体育学院颜台宇同学为该实验付出的努力。

## 参考文献:

- [1] 王玲,董传升. 科技奥运探索[J]. 体育文化导刊, 2008(3): 56-58.
- [2] 陈海伟. SET 2C II 全站仪与首届东亚运动会[J]. 测绘通报, 1993(5): 30-32.
- [3] 《北京测绘》简讯. 徕卡全站仪测量系统应用在八运会田径竞赛[J]. 北京测绘, 1997(4): 41-43.
- [4] 南存鹤. 如何正确认识我国高校田径运动会[J]. 长春理工大学学报(高教版), 2009(4): 37-38.
- [5] 林鲁军. 试论学校田径运动会的改革与发展方向[J]. 烟台教育学院学报, 2003(2): 80-81.
- [6] 花晓波,尚颖娟,谷达华. 南方NTS-962电子全站仪与CASS 7.0软件配合下的数字化测图实践[J]. 安徽农业科学, 2009(30): 15 055-15 056.
- [7] 谷达华,杨朝现,龙太会. 自由测站定位法野外数据处理的研究[J]. 西南农业大学学报, 2002(6): 563-564.
- [8] 刘绍堂,刘九州. 全站仪在田赛距离测量中的应用[J]. 地理空间信息, 2006(3): 73-75.
- [9] 中国田径协会审定. 田径竞赛规则(2008) [M]. 北京: 人民体育出版社, 2008.
- [10] 谷达华. 测量学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [11] 花晓波,管宏友. 建立科学兴趣爱好小组群培养大学生科技创新意识——以西南大学资源环境学院为例[J]. 西南农业大学学报(社会科学版), 2010(1): 240-242.

[责任编辑:王丽欣]