第36卷 第2期
2002年3月

武 汉 体 育 学 院 学 报
Journal of Wuhan Institute of Physical Education

Vol.36 No.2
Mar.,2002

CCD 测 距 仪 的 研 制

周家颖,苏义民,赵映辉
(西安体育学院,陕西 西安 710068)

摘 要:通过严格的室内试验、室外试验、校标试验和测距仪实际运用与验证试验,证明CCD测距仪能使测距、成绩显示和运动成绩的管理连为一体,该仪器能适应任何气候条件下和不同场地的测距工作,测距精度高,工作简便,省时省力且整套系统成本低,可操作性强。

关键词:CCD;测距;仪器;研制
中图分类号:TS952 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-520X(2002)02-0138-03

The development of CCD range finder

ZHOU Jia-ying,SU Yi-min,ZHAO Ying-hui
(Xi'an Inst. of P.E.,Xi'an 710068,China)

Abstract:Through strict indoor and outdoor experiments,by experiments entering school bid and with its actual application,CCD range finder can measure the distance,show the performance and do the management at the same time. It is adapted to any climate and can work in different conditions. It is cheap,convenient,accurate,time consuming and energy consuming.

Key words:CCD;distance measuring;apparatus

1 原理与基本构件

物体穿越线阵CCD视场时,会使CCD输出信号产生一个阶跃,由于CCD输出信号是均匀的模拟信号或TTL电平数字信号,因而极易通过计算机识别和计算出阶跃距视场中心点(或另一个阶跃)的偏移量,再利用物体成像的比例关系就能计算出物体距标定现场中心线的垂直偏移量的大小。

CCD测距仪由两大系统组成。硬件系统:计算机1台,TCD1206UD线阵摄像机2台(含专用物镜),双输入端8位A/D数据采集卡一块,相对应的接圈,电缆线和水平调节支架。硬件中关键部件的技术指标要求为:物镜焦距37 mm,视场角>40°,物镜分辨率与TCD1206UD线阵CCD的象元分辨率匹配,优于501 P/mm,A/D数据采集卡为8位高速同步型,数据率>1 MHZ,8 KD内存,A/D数据采集卡具有2个数据采集输入端口,可以通过软件进行输入端的轮流切换,切换时间可控制在回归期内,A/D数据采集卡二路轮流输入扫描的循环频率>100 MHZ。软件系统:支持A/D数据采集卡的C语言软件包(含使用库,演示、检测软件),CCD测距仪的管理软件包。①初始界面的录入:涉及项目的选择(立定跳远、跳远、三级跳远、铅球、标枪、铁饼和链球),测试组数和次数的选择,性别的选择,测试人数的输入,各项目附加值的选择。②数据库:裁判姓名,比赛(或测试)时间;运动员(或考生)资料录入(号码,姓名,省份)(该资料可提前输入,操作时只输入号码,其它信息可对应显示),轮次与个人成绩显示,比赛结束后个人成绩及整组成绩的自动编排,打印和存盘。CCD测距仪的测量软件包:①数据处理含CCD输入曲线的显示(动态,自动跟踪),测试视场中自然噪声的背景消除,信号脉冲的捕捉和识别,脉冲象元数的计算;②距离计算含不同项目的计算公式,数学模型、校标系数和拟合参数,计算值和不同项目附加值相加,距离即刻显示。

2 研制过程

2.1 室内试验

室内试验是在专门的平台上完成的,它包含如下内容:

收稿日期:2001-12-08
作者简介:周家颖(1963-),男,湖北当阳人,副教授,主要从事田径运动技术的测量与分析研究。

(1) CCD 镜头外壳和水平支架的设计与制作。目的是操作时易调水平，防雨，防尘，防震。

(2) CCD 镜头的调平试验，通过办法使镜头与水平仪处在同一水平，操作时调节水平支架的旋钮，观看水平仪中的水泡就可将镜头调平(具体方法略)。

(3) CCD 镜头视场角的确定(方法略)。

(4) 室内双镜头平面测量范围的确定(方法略)。

(5) 内标定。一般市场所售镜头的焦距是已定的，但在实际使用中，其真实值并不知道，因此，必须对镜头进行内标定工作，其目的是确定实际焦距，校正镜头的非线性崎变，并真实地确定镜头视场角与 CCD 象元数之间的对应关系。具体方法为：

a 建立测定平台。

b 将任一台 CCD 线阵摄像机调平，其主光轴对准测定底线中心点 O(从计算机屏上观看，显示的脉冲象元数为 1 100)。

c 确定该镜头的视场范围。

d 将微小光源准确地依次放置间隔为 100 mm 的位置上，然后测定每点对应的脉冲参数值。结果如表 1。

表 1

右相机		$tg\alpha$	左相机	
X M	N 中心象元		X M	N 中心象元
−0.7	2 125	−0.3861	−0.7	2 108
−0.6	1 973	−0.3309	−0.6	1 965
−0.5	1 827	−0.2758	−0.5	1 821
−0.4	1 682	−0.2206	−0.4	1 676
−0.3	1 536	−0.1655	−0.3	1 532
−0.2	1 390	−0.1103	−0.2	1 389
−0.1	1 241	−0.0552	−0.1	1 243
0	1 100	0	0	1 100
+0.1	954	0.0552	+0.1	957
+0.2	810	0.1103	+0.2	813
+0.3	668	0.1655	+0.3	672
+0.4	530	0.2206	+0.4	529
+0.5	392	0.2758	+0.5	389
+0.6	251	0.3909	+0.6	246
+0.7	115	0.3861	+0.7	107

(CCD 面之序号从左至右，物距为 1.813 m)

由 $tg\alpha = a + bN + cN^2 + dN^3$，可求得如下数据。

右相机：$a = 0.43306$；$b = -4.1924^{e-4}$；$c = 1.68203^{e-8}$；$d = -2.64140^{e-12}$

左相机：$a = 0.42841$；$b = -3.9671^{e-4}$；$c = 8.5556^{e-9}$；$d = -1.71512^{e-12}$

将以上数据置入计算机测距的运算程序，以校正之用。

(6) 室内测距及验证试验。

室内做了扇形落地区(如铅球)和长方形落地区(如立定跳远)的试验。

先将 2 台摄像机的中心象元调整到对准标定点的标杆位置，设中心象元的象元数为 1 100，以此象元为基点，看落点的图象象元位置是在中心点的左方还是右方。设落点图象的象元数为 n_1，n_2(n_1 为左 CCD，n_2 为右 CCD)，则相对于中心 1 100 象元的象元数为 $n_1 - 1\,100$，$n_2 - 1\,100$，

有 $tg\alpha = \dfrac{(n - 1\,100) \times 0.014}{37}$

$\alpha = arctg\dfrac{(n_1 - 1\,100) \times 0.014}{37}$

同理，$\beta = arctg\dfrac{(n_2 - 1\,100) \times 0.014}{37}$

(实际测距时，α、β 要通过校正)。

表 2 是室内测量结果与钢尺尺度的对照。

表 2　室内测量结果与钢尺尺度的对照

钢尺(距离)m	测量显示结果 m	备注
1.5	1.4998	
1.7	1.7013	
2.0	2.0016	
2.1(标定点)	2.1000	标定点
2.5	2.5011	
2.6	2.5962	
2.8	2.8064	偏心点(向左)
3.0	3.0078	边沿边

从表 2 中可以看出，测量的结果与钢尺上的数据基本一致，差异只是在毫米位，误差的产生，可能是由以下几个方面引起的，如：读数与插点源的位置本身有误差，两镜头的崎变数未完全校正，两 CCD 镜头的视场不在同一平面内等。尽管如此，其测量结果完全符合田径规则中对距离测试的精度要求(厘米位)，实验室条件下的结果是理想的，也可以进行室外实验。

2.2　室外试验

2.2.1　实际测量辅件的配制

为防止极强光线会使 CCD 脉冲曲线饱和，在镜头上加一偏振漏光镜，为防止 50 m 开外，CCD 镜头有时会因场地高低不平而漏捕信号，将插点源设计为可调亮度和可垂直上下移动的装置，实践证明，效

果良好。

2.2.2 各项目定标值的确立

根据各项目运动员或者器械落地的远度与范围,通过理论计算和实际测试验证,我们设立了各项目的标定值,其目的是便于测量前的仪器安装准备工作。各定标值为立定跳远 $a=2.1$ m;跳远、三级跳远,$a=3$ m;掷铅球,$a=9$ m;标枪,$a=28$ m;铁饼、链球,$a=33$ m。

2.2.3 室外各项目的定标工作

室外各项目的定标工作是在室内标定基础上来校正实际测量中的残余误差,这种误差主要是由如下因素引起的:两镜头在体育测试场地上不在同一水平面;在定标时,人为确定标点时有误差;体育场地凸凹不平;使用信号源插在落地时产生的误差。另外,钢尺并非理想的校标尺度,因为钢尺在凸凹不平的场地上和不同温度下,其本身的读数值也与真实值存在误差。为了使最终测量值与真实值极为相近,我们作了大量细致的工作,以掷铅球的标定为例。以投掷圈的圆心为基点,在 11 m 的弧线上,每间隔 0.5 m 确定一点,连接圆心点与该点并将此连线延长,在此连线的 4～17 m 的线段内每间隔 1 m 测点一次(在一般运动会和招生测验中,男女成绩大多落在 4～17 m 区域),这样依次测试。我们以通常体育比赛和考试中认可的钢尺作为标准尺度,同时记录 CCD 测距系统的测量值和钢尺的读数值。

我们还进行了其它项目的定标工作,其过程与此类似,定标后的实测结果表明:跳远、三级跳远、立定跳远等短距离项目几乎没有误差,只是在有效测量范围的边缘有时会有 0.5 cm 的误差,这种误差具有不确定性,不同的人来确定钢尺的读数会有不同的结果,这种误差的人为因素和随机性很大。其它长距离项目如掷标枪、铁饼和链球,在其有效测量范围的边缘也有 2 cm 左右的误差,从绝对值上看,2～4 cm 并不是可忽略的值,但相对 40～50 m 的距离而言,这种误差又是相当小的。

2.2.4 提高精度减小误差的措施

目前 CCD 测距系统所采用的器件是低成本的器件,提高精度时可采用成本较高一些,但精度相对高的器件,如高精度 CCD,特制无崎变的光学镜头等,还有另一种途径是采用激光测距仪来校标 CCD 测距系统,因为钢尺受地形、温度、人为读数等因素的影响作用较大。

3 结论

CCD 测距仪作为一种相对公正、准确和快捷简单的测距仪器应用于体育招生测试和小型田径比赛的裁判工作,具有较强的现实意义和较高的推广价值。CCD 成像和测量技术是近些年发展起来的一门高新技术,由于它具有测量精度高,实用性强并能与计算机连接配合以实现测量自动化等特点而在各个领域得到了愈来愈广泛的应用,本测距仪的研制成功,为大型运动会的田径裁判中使用自动化和先进的裁判仪器从另一渠道作了铺垫性的工作。事实上,本测距仪只要提高部件精度和使用国际上承认的最先进的测距工具来进行校标,测距精度就一定会达到国际田径比赛对精度的要求。因而,本研究具有更广阔的前景。

鸣谢:感谢西安光机所邓年茂、李建兵研究员的大力支持和体院段秋学、魏孝祖老师的帮助。

参考文献:

[1] 王庆有.CCD 应用技术[M].天津大学出版社,1990.
[2] A·罗森菲尔德,陈彩延.数字图象分析[M].北京科学出版社,1987.