



校园宇宙线观测暑期学校

感受国之重器，从宇宙线观测开始

7月23-24日 北京

主办单位

校园宇宙线观测联盟

支持单位



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics
Chinese Academy of Sciences

国科大关心下一代工作委员会



中国科学院大学教育基金会
University of Chinese Academy of Sciences Education Foundation



创益家
HOME



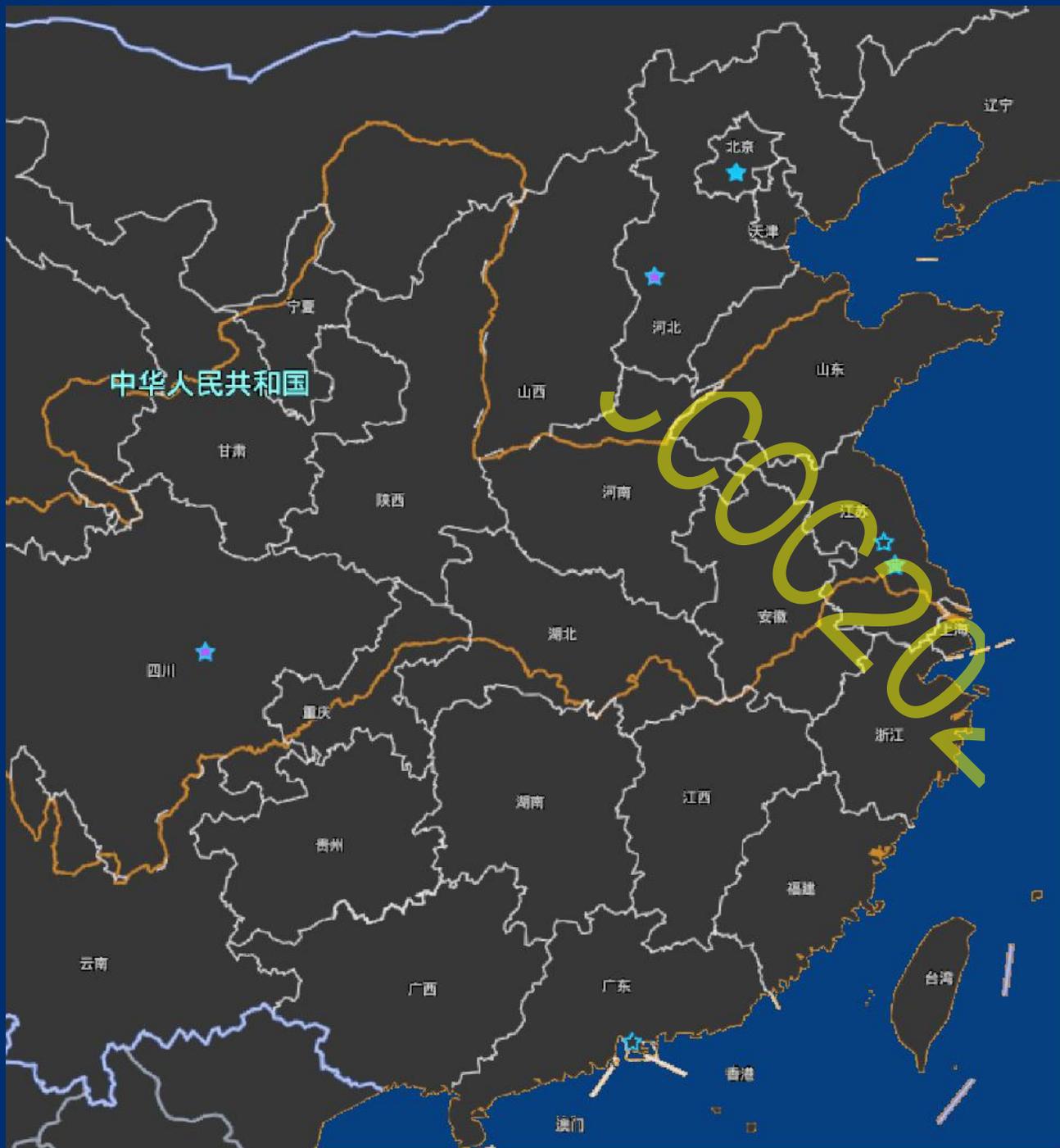
国家高能物理科学数据中心
National HEP Data Center



现代物理知识

校园宇宙线联盟数据平台

高能物理研究所 唐志成



目前已经有几个学校已经建设或者正在建设校园站点



其中东直门中学
站点已经运行多
年，积累了大量
数据。

没有建设自己阵
列的学校也可以
先通过联盟分享
的阵列数据来开
展自己的学习和
研究实践





校园宇宙线观测联盟

Campus Cosmic-ray
Observation Collaboration

[首页](#)

[关于联盟](#)

[新闻动态](#)

[科普天地](#)

[数据中心](#)

[高山宇宙线](#)

[联系我们](#)

<http://ccoc.ihep.ac.cn/>

校园宇宙线观测联盟

Campus Cosmic-ray Observation Collaboration

[关于联盟](#)

声明

非盈利性用途 校园宇宙线观测联盟（以下简称联盟）提供的校园宇宙线观测实验数据仅供学校和公众出于学习和教育目的使用，禁止用于任何盈利性等商业用途。

致谢 联盟提供的数据属于校园宇宙线观测联盟。任何使用数据做出的分析结果应当注明数据来源，参考格式如下：

- 致谢：感谢校园宇宙线观测联盟提供了本分析使用的数据。
- 引用：校园宇宙线观测联盟，2021，校园宇宙线阵列数据，<http://ccoc.ihep.ac.cn/datacenter/site0.html>
或者
- Acknowledgement: We thank CCOC for providing cosmic-ray array data.
- Reference: CCOC, 2020, Cosmic-ray array data, <http://ccoc.ihep.ac.cn/datacenter/site0.html>

免责 联盟提供的校园宇宙线观测实验数据仅以现状提供，任何使用及其产生的任何结果均由用户自行负责，联盟不提供任何保证。

我已阅读并同意以上声明

数据下载

请填写以下表格以获取下载链接

姓名

邮箱

单位 请填写您的单位

申请说明

请简短介绍您申请下载数据的目的和用途

验证码



数据下载

东直门中学站点

目前提供自2018年开始的全部簇射事例数据和单元统计数据。数据的说明文档见 [数据说明](#)。

簇射事例

- 2018
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2019
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2020
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2021
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2022
 - [一季度](#) [二季度](#)

统计数据

记录了每个探测器单元每分钟的事例率，可以用于研究其随时间的变化以及与外界环境的关系。

- 2018
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2019
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2020
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2021
 - [一季度](#) [二季度](#) [三季度](#) [四季度](#)
- 2022
 - [一季度](#) [二季度](#)

数据概况

- 东直门中学站点
 - 每年约500M，包括簇射数据和各单元统计数据
 - 2018~2022四年半数据

簇射事例

数据记录了簇射事例，包括每个事例的时间，单元数，各单元的输出幅度、每个单元的击中时间，以及简单计算的大气簇射来源方向的方位角与天顶角。示例如下：

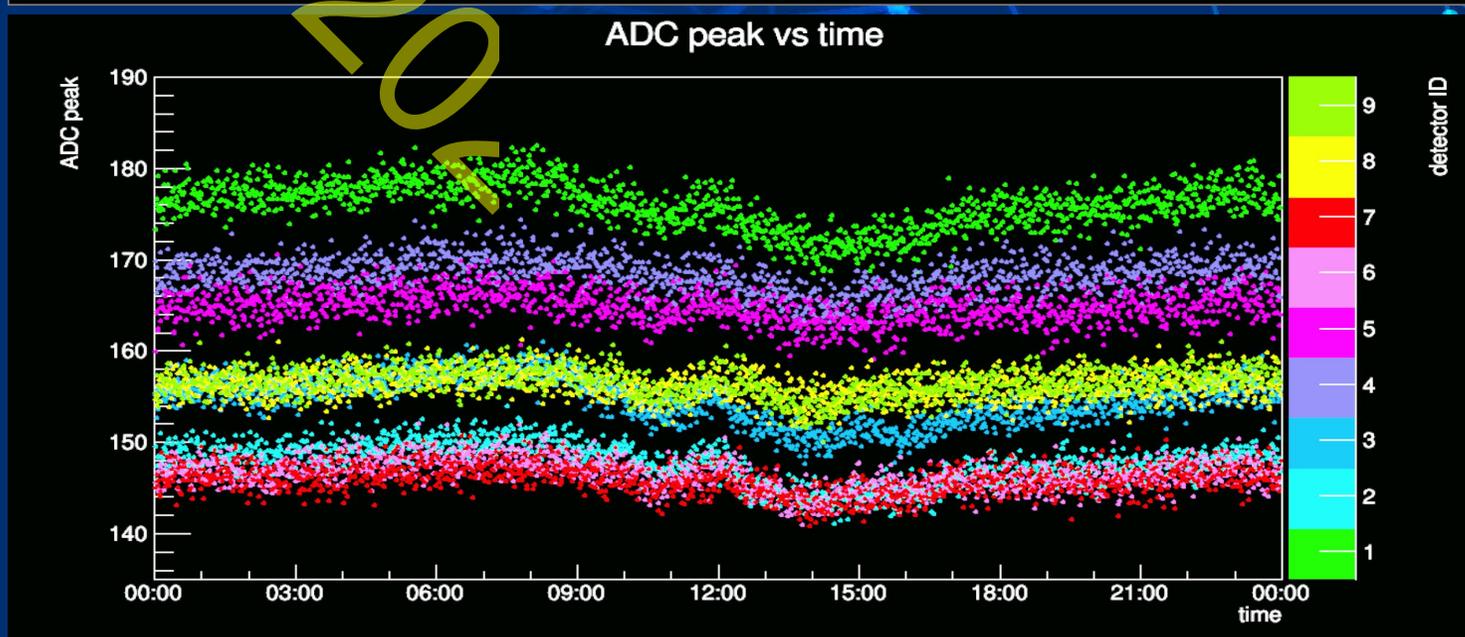
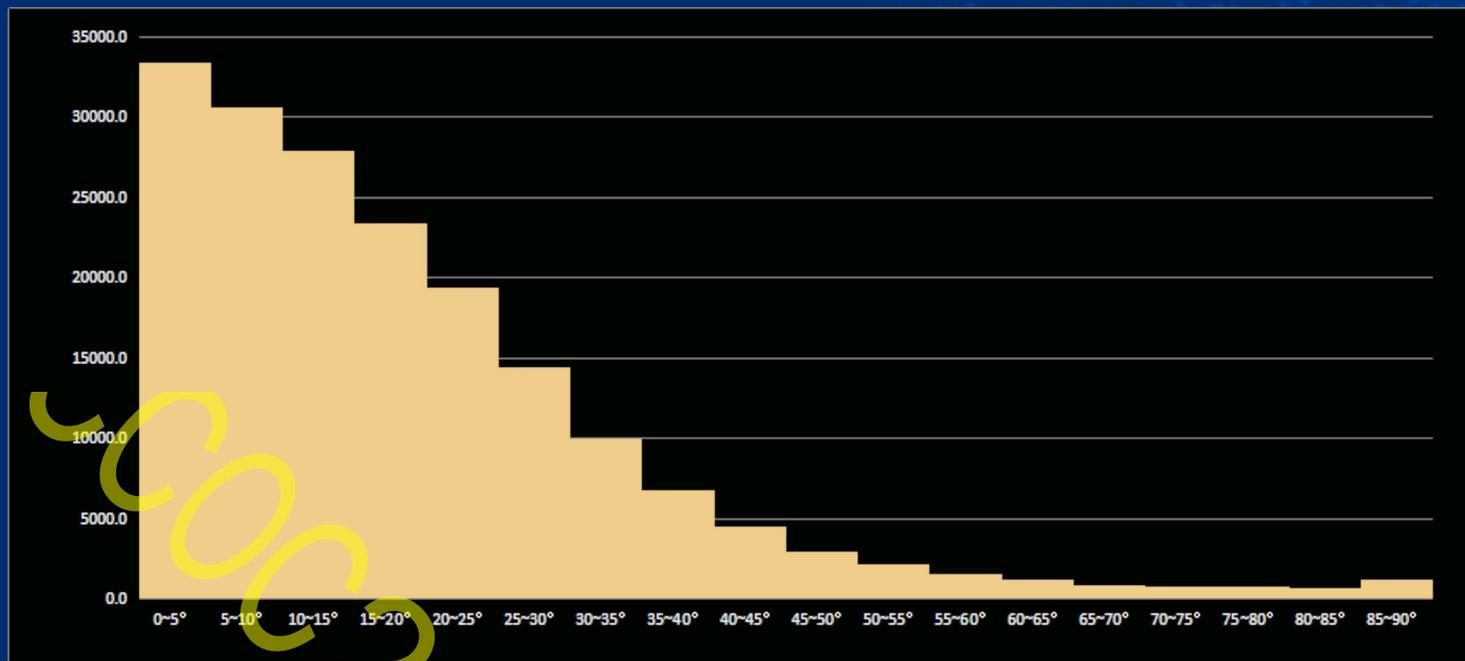
```
# 数据日期：2018年01月01日
# 天 秒 计数 粒子数 相对时间(纳秒) 方位角,天顶角(度)
0 1 3 0 0 0 0 0.5 0.3 0.6 0 0 0 0 0 16 17 1 0 0 85.9 24.9
0 2 3 0 0 0.4 1.1 0 0 0 1.4 0 0 0 16 10 0 0 0 1 0 97.1 14.0
0 4 5 0 0.7 0.6 0.5 0 0.5 0.3 0 0 0 53 14 12 0 1 4 0 0 117.0 60.8
0 8 3 0 0 0 0.6 0.5 0 0.8 0 0 0 0 0 14 1 0 12 0 0 171.3 23.2
0 11 5 1.0 0 1.7 0.7 0 0 0 1.0 0.9 40 0 73 1 0 0 0 13 30 47.1 69.0
0 19 5 0 0 1.2 0 1.5 1.8 1.6 0 1.4 0 0 1 0 17 12 22 0 25 271.0 19.3
0 20 3 0 0 0 1.0 0 1.2 0 0.5 0 0 0 0 16 0 1 0 22 0 240.9 27.6
0 26 4 0.8 1.0 0.4 0 0 0 0.5 0 0 52 16 1 0 0 0 58 0 0 190.5 51.0
0 26 3 0 1.1 0 0.5 1.5 0 0 0 0 0 1 0 21 9 0 0 0 0 213.7 25.6
0 33 4 1.5 0 0 0.8 0.5 0 0 1.1 0 46 0 0 1 21 0 0 15 0 51.9 76.3
0 34 5 0 0.6 0.6 0 0.6 0.4 0 0.6 0 0 24 37 0 35 13 0 1 0 98.1 25.1
0 34 3 0.5 0 0 0 0 0 0.6 0.8 0 1 0 0 0 0 0 10 9 0 257.5 7.9
0 37 7 1.0 0.4 0 2.2 1.9 0 0.7 1.2 5.7 47 48 0 26 28 0 1 14 27 63.8 39.4
0 42 3 0.8 0 0 0 0 0.7 0 0.7 0 63 0 0 0 0 1 0 10 0 148.2 56.6
0 45 3 0.8 0.5 0 0 0 0 0.3 0 0 1 27 0 0 0 0 3 0 0 357.8 51.3
0 46 4 0.8 0 0.5 0 0.4 0 0 0.6 0 20 0 31 0 19 0 0 1 0 64.9 22.8
0 47 0.6 0 0.7 0 0 0 0 0 0.6 12 0 3 0 0 0 0 0 1 167.5 7.9
0 47 0.8 0 0.3 0 1.4 0 0 0 0 1 0 39 0 18 0 0 0 0 6.0 34.9
```

统计信息

记录了每个探测器单元每分钟的幅度和计数率，可以用于研究其随时间的变化以及与外界环境的关系。示例如下：

```
# 数据日期：2018年01月01日
# 天 分钟 峰值幅度 每分钟计数
0 1 173.3 149.6 155.2 169.9 159.9 145.6 145.0 154.7 155.4 6069 5834 5757 5998 6036 5680 5652 5901 5833
0 2 176.0 147.4 155.8 169.1 164.1 145.1 145.7 154.1 157.3 6001 5681 5741 5962 5929 5728 5803 5732 5728
0 3 176.7 145.8 152.7 166.4 164.3 145.6 146.4 155.1 154.9 6056 5726 5822 5962 5737 5644 5592 5838 5935
0 4 175.6 148.4 155.2 167.8 162.2 144.8 145.3 155.2 156.1 5888 5793 5797 6044 5877 5789 5656 5878 5786
0 5 179.2 148.5 153.6 166.8 162.4 146.8 145.8 156.2 153.9 6016 5781 5663 5955 5991 5588 5724 5839 5740
0 6 175.3 148.4 156.3 165.4 165.4 144.5 144.3 156.8 154.4 5907 5878 5690 6073 6021 5696 5644 5959 5729
0 7 175.7 148.5 155.6 170.8 164.7 147.3 144.7 156.1 155.7 6041 5742 5789 6064 5800 5609 5594 5790 6016
0 8 175.4 151.0 155.8 167.2 163.3 147.6 144.1 154.4 157.3 5964 5773 5863 6011 5961 5801 5817 5912 5848
0 9 176.3 147.7 155.3 167.5 165.4 144.7 148.8 157.3 155.6 5958 5711 5876 5955 5984 5699 5604 5823 5944
0 10 174.5 148.2 154.7 166.1 164.8 146.9 146.7 156.7 156.8 6009 5871 5797 5953 5973 5662 5784 5882 5817
0 11 175.4 148.2 156.0 166.8 164.6 146.5 146.0 156.2 157.1 5939 5818 5783 5945 6086 5688 5745 5819 5905
0 12 178.2 149.4 155.5 167.1 164.5 144.8 145.8 156.9 156.4 5997 5767 5714 6129 5912 5789 5683 5978 5827
0 13 176.6 147.1 155.6 168.2 166.6 147.5 145.8 156.8 155.4 6225 5644 5642 6002 5999 5653 5695 5899 5747
0 14 179.7 149.2 154.5 166.7 166.0 145.7 145.1 156.1 155.1 5827 5810 5661 6004 5839 5716 5718 5775 5676
0 15 173.9 148.8 156.9 168.2 163.6 146.8 148.5 156.4 158.0 5959 5790 5719 5926 5996 5583 5694 5858 5755
0 16 176.3 149.9 154.8 169.1 164.2 146.3 145.5 157.7 156.8 6002 5768 5959 6135 5981 5797 5624 5869 5859
0 17 178.2 146.6 155.5 171.1 164.3 146.5 145.7 155.9 158.6 5974 5665 5778 6098 5956 5735 5820 5725 5883
0 18 175.9 150.4 154.9 169.5 164.9 146.9 146.1 157.0 156.1 6060 6089 5867 5989 5826 5742 5781 5797 5779
```

数据分析示例

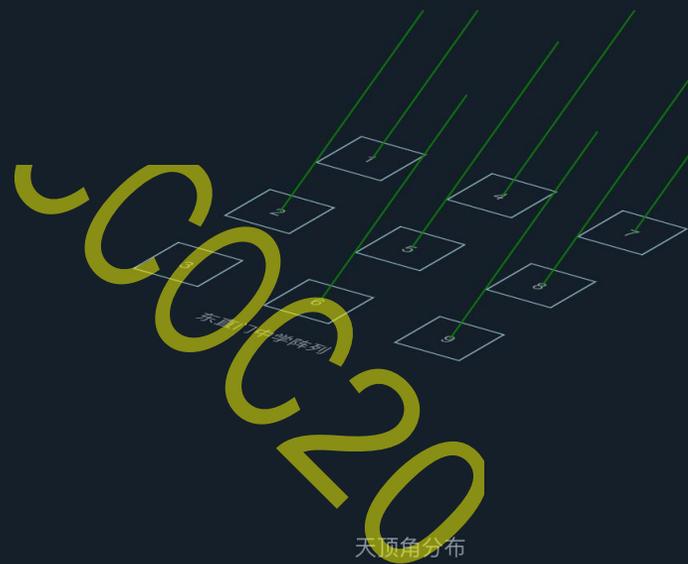


数据可视化

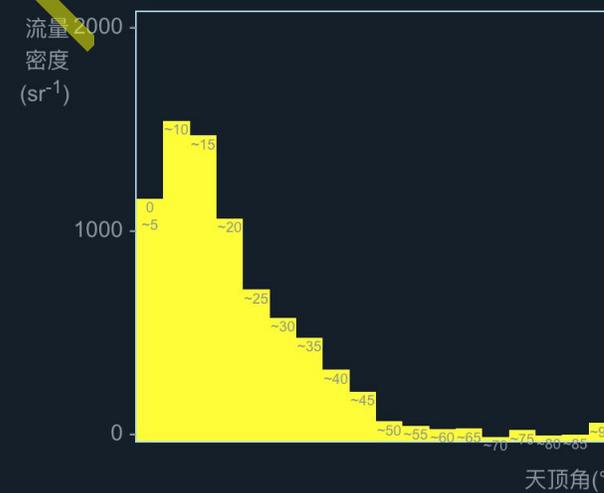
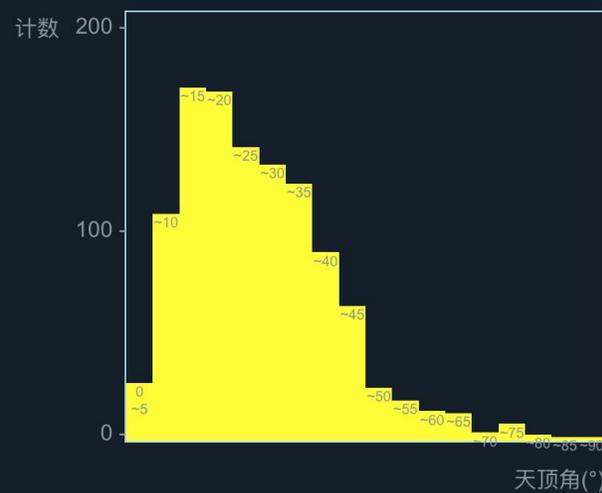
数据可视化

数据可视化借助图形化手段展示数据，清晰有效地传达数据中包含的信息。

这里以图形方式展示了东直门中学3×3阵列接收到的大气簇射事例，直线代表入射到探测器单元的簇射粒子，方向和计算出来的簇射方向一致。直方图则统计了簇射的特征量的分布情况。



天顶角分布



<http://ccoc.ihep.ac.cn/datacenter/vis/vis.html>

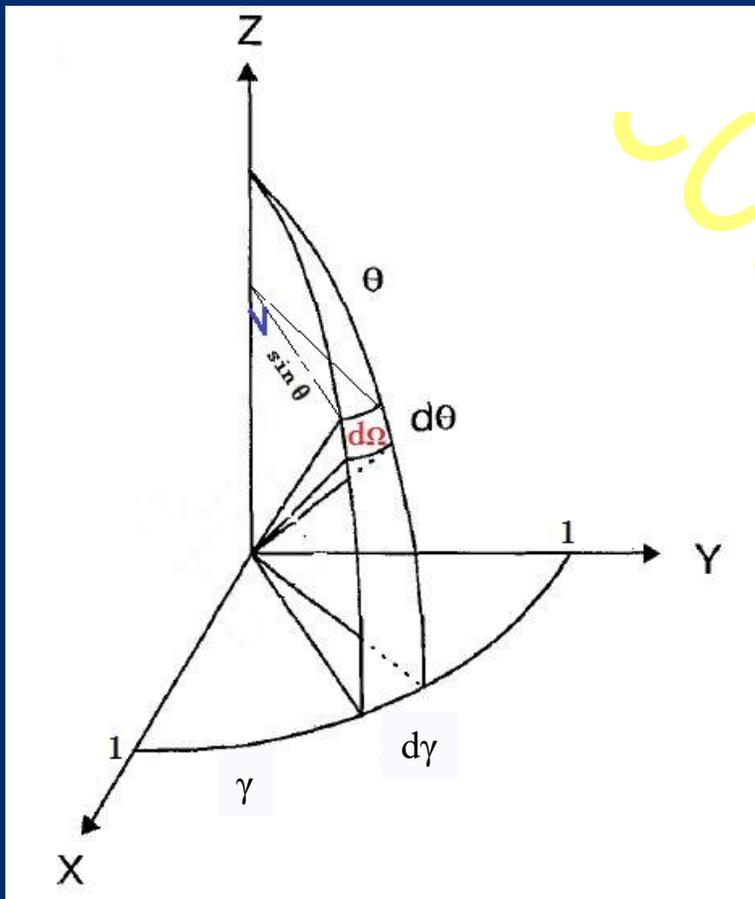
谢谢关注!

CC0C201

大气簇射密度与方向

详见视频教程：http://ccoc.ihep.ac.cn/index.php/2021/10/2021_icd/

方向定义与立体角



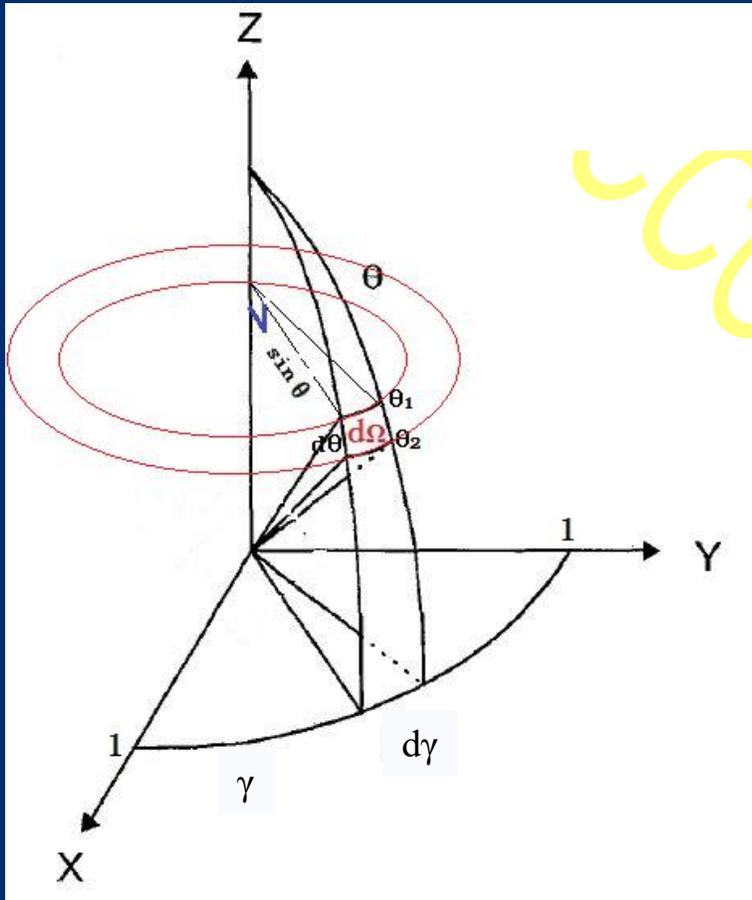
- 天顶角 θ : 某方向与垂线间的夹角

- 方位角 γ : 某方向在水平面上垂直投影线与正北方向间的夹角。
通常定义

- 正北方向 $\gamma=0$,
- 正东方向 $\gamma=90^\circ$,
- 正南方向 $\gamma=180^\circ$,
- 正西方向 $\gamma=270^\circ$,

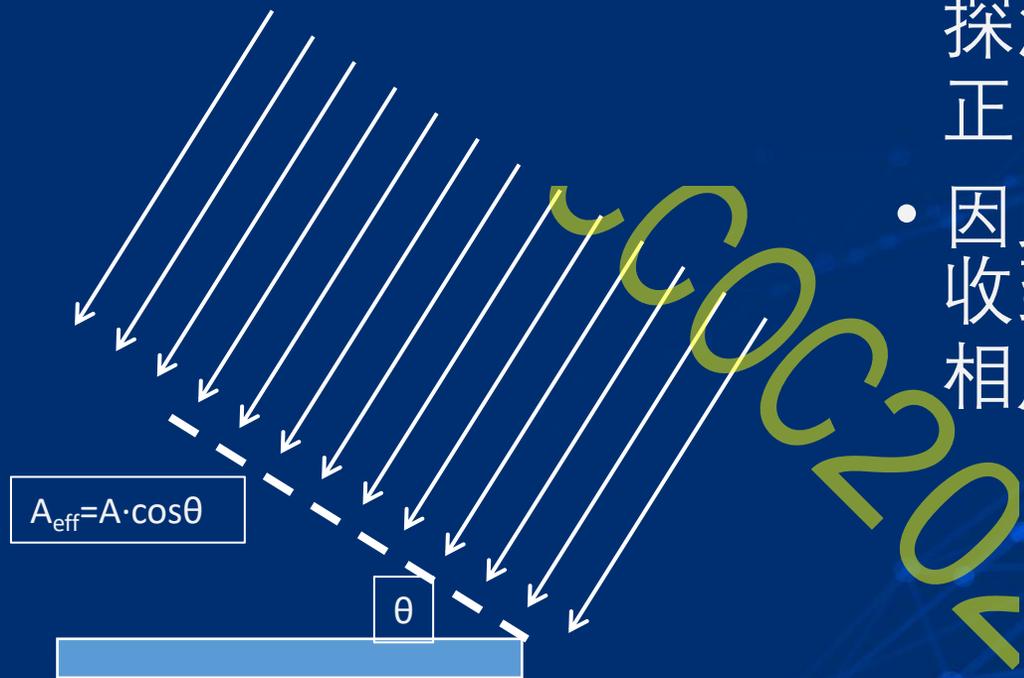
- 立体角单元 $d\Omega = \sin\theta \times d\theta \times dy$

天顶角 θ_1 - θ_2 范围的立体角



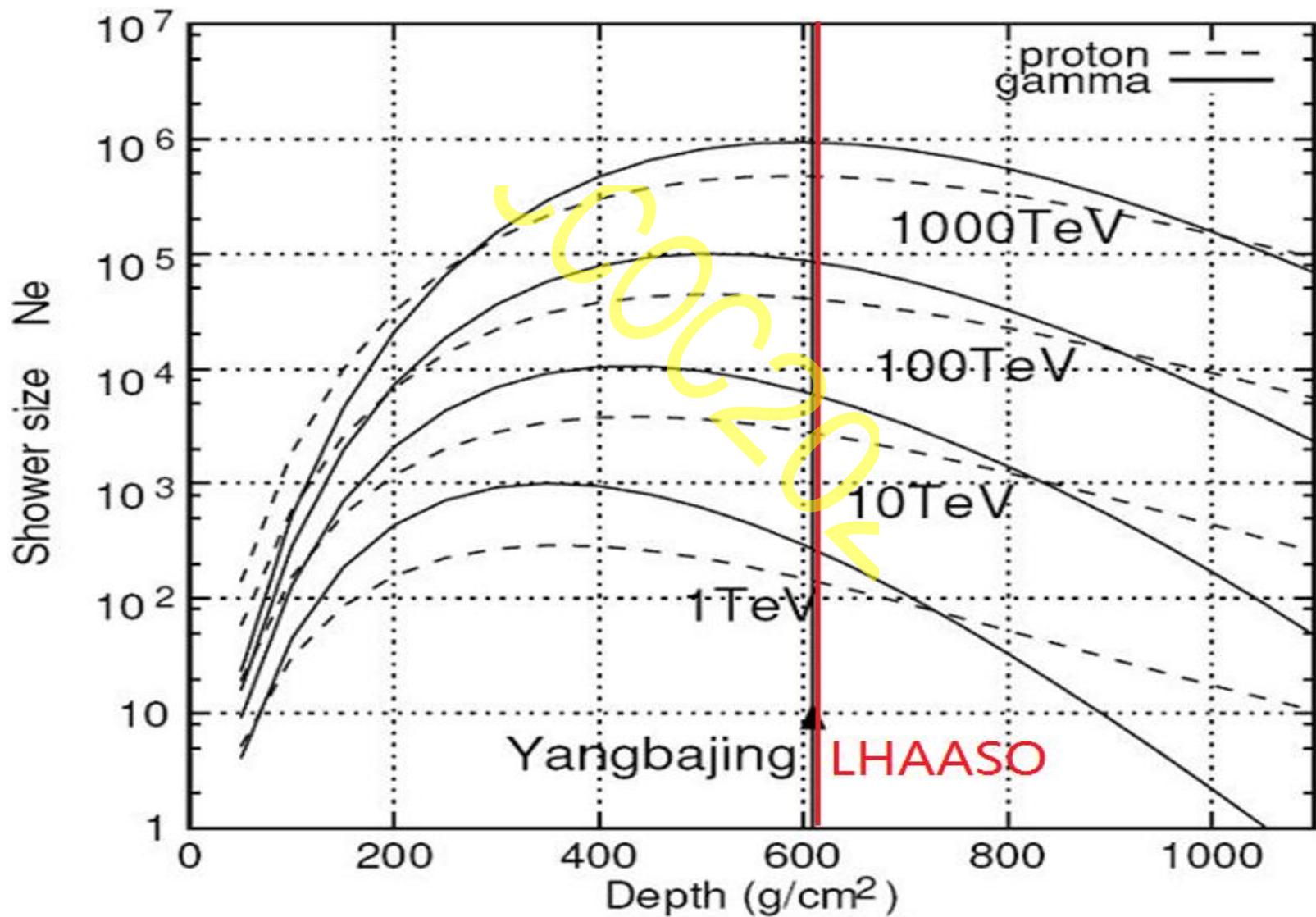
- 天顶角 θ_1 - θ_2 范围的立体角
- $\Omega(\theta_1, \theta_2) = \int_0^{2\pi} d\gamma \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta$
 $= 2\pi \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta$
 $= 2\pi (-\cos \theta |_{\theta_1}^{\theta_2})$
 $= 2\pi (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$

有效探测面积与角度



- 对于斜入射情况，平面探测器的有效接收面积正比于 $\cos\theta$
- 因此单位时间在 θ 方向接收到的大气簇射事例也相应地正比于 $\cos\theta$

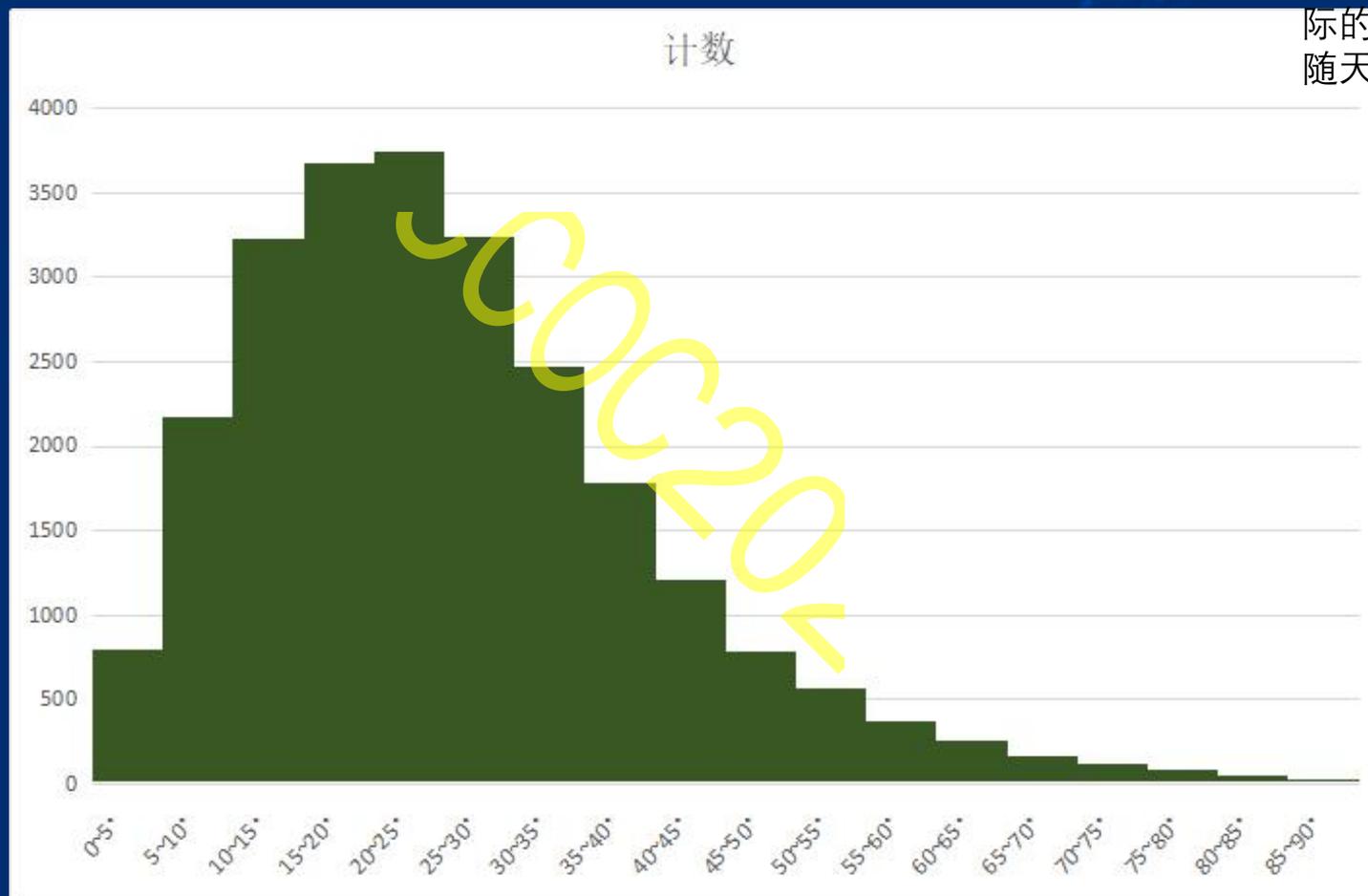
广延大气簇射的纵向发展



在簇射发展的后期 穿过的大气厚度越厚，剩下的簇射成分就越少
因此斜入射能探测到的簇射事例密度较垂直方向要少

各区间计数随天顶角变化

综合以上效应，实际的大气簇射计数随天顶角的变化



用Excel分析 大气簇射随天顶角变化

步骤1: 在excel中打开csv文件

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	数据日期: 2021年01月01日																							
2	天	秒	计数	粒子数	相对时间(纳秒)															方位角,天顶角(度)				
3	1096	1	6	0.7	1.6	1.1	0.9	2.6	0.4	0	0	0	2	1	9	11	12	28	0	0	0	295	25.4	
4	1096	4	3	0	0.4	0	0.4	0	0	0	0.4	0	1	0	15	0	0	0	0	0	2	209	18	
5	1096	5	4	0	0.7	1.2	0	0.6	0.3	0	0	0	0	20	1	0	25	8	0	0	0	198	34.7	
6	1096	8	3	0	0	0	0	0	0.5	0	1.2	0.7	0	0	0	0	0	1	0	1	2	315	2.4	
7	1096	9	3	0	0.3	0	0	0	0	0.4	1.1	0	0	21	0	0	0	0	13	1	0	140	27.9	
8	1096	16	3	0	0	0	0	0	0.4	1	1.3	0	0	0	0	0	0	12	7	1	0	109	32.7	
9	1096	18	8	1.4	1.1	0.5	6.4	5.2	0	1.1	0.7	0.9	16	5	1	18	12	0	28	38	12	234	20.2	
0	1096	34	3	0.4	0	0	0	0	0	0	0.7	0.6	67	0	0	0	0	0	0	4	1	95.7	64.7	
1	1096	35	3	0	0	0.5	0.8	0	0	0	0	0.5	0	0	26	2	0	0	0	0	1	65.3	24.4	
2	1096	37	4	2.1	0	0	0	2.1	0	0.5	0.7	0	1	0	0	0	18	0	16	34	0	325	28.4	
3	1096	52	3	0	0	0	0	1.3	0	0.5	0	0.8	0	0	0	0	23	0	1	0	38	10.7	34.4	
4	1096	57	4	0	0.5	0.5	0.6	0.5	0	0	0	0	0	3	1	27	16	0	0	0	0	243	25.8	
5	1096	64	3	2.1	0	0	1.3	0	0.9	0	0	0	1	0	0	18	0	6	0	0	0	251	32.7	
6	1096	65	3	0	0	0	0	1.3	0	1.3	0	0.5	0	0	0	0	18	0	1	0	9	72.9	24.1	
7	1096	67	6	0.9	0	1.5	0	1	0.4	0.9	0.6	0	1	0	4	0	8	19	32	19	0	92	20.4	
8	1096	71	5	0.6	0	0	5.8	1.1	0	1.1	0.7	0	12	0	0	11	1	0	22	12	0	208	23.2	
9	1096	72	3	0	0	0.6	0	0	0	0.6	0.5	0	0	0	1	0	0	0	43	26	0	193	31.6	
0	1096	72	3	0.5	0	0	0	0	0	0	0.8	0.6	1	0	0	0	0	0	0	22	25	288	16.5	
1	1096	78	3	0	0	0.8	0	0.5	0.3	0	0	0	0	0	7	0	1	14	0	0	0	332	26.3	
2	1096	79	7	0.6	0.8	0.6	0.8	0	0.3	0.9	0.8	0	30	15	22	10	0	18	1	13	0	80.4	13	
3	1096	82	3	0	0	0.5	0	1.4	0	0.3	0	0	0	0	1	0	3	0	21	0	0	156	36.5	
4	1096	90	3	0	0.3	0	0	0.6	0	0	0	0.4	0	1	0	0	13	0	0	0	26	275	21.2	
5	1096	92	3	0.7	0.5	0	0	0	0	0	0.7	0	1	0	0	0	0	0	0	11	0	272	25.8	

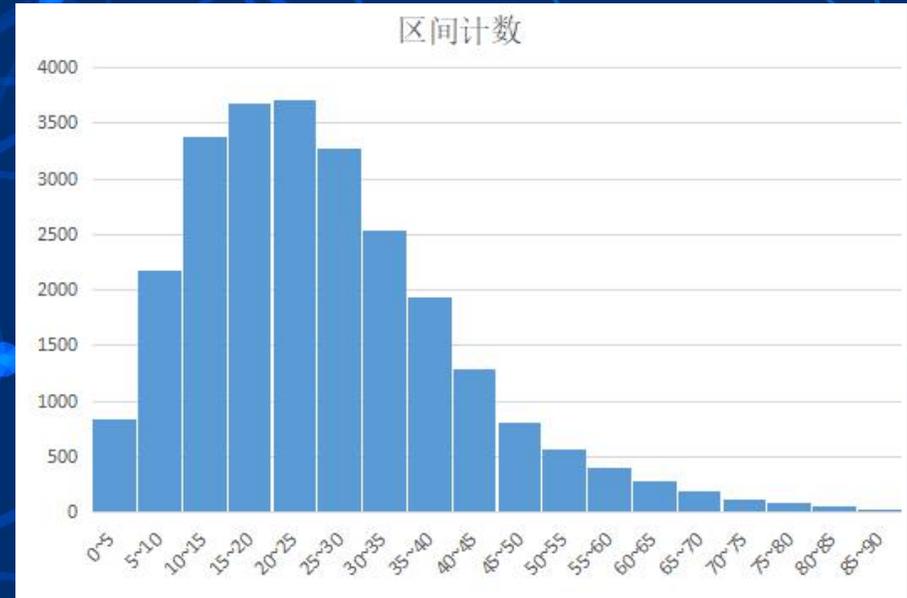
步骤3： 计算天顶角在区间内的计数

- 利用countif函数计算天顶角小于区间下界和上界的计数之差

`=COUNTIF($W:$W,"<"&AB5)-COUNTIF($W:$W,"<"&AA5)`

	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
天顶角(度)																		
5	25.4																	
9	18																	
					下界	上界												
8	34.7				0	5	0.00	0.09	<code>=COUNTIF(\$W:\$W,"<"&AB5)-COUNTIF(\$W:\$W,"<"&AA5)</code>									
5	2.4				5	10	0.09	0.17	2170									
0	27.9				10	15	0.17	0.26	3232									
9	32.7				15	20	0.26	0.35	3677									
4	20.2				20	25	0.35	0.44	3742									
7	64.7				25	30	0.44	0.52	3237									
3	24.4				30	35	0.52	0.61	2467									

- 通过填充方式补全后面行的公式



步骤4: 计算天顶角区间内的接收度和数密度

- 按照立体角公式和有效面积公式计算有效接收度,
- 然后用区间内的计数除以上述接收度, 得到计数密度

下界	上界					
0	5	0.00	0.09	796	$=2*PI()*(COS(AC5)-COS(AD5))*COS(AC5/2+AD5/2)$	
5	10	0.09	0.17	2170	0.07093	
10	15	0.17	0.26	3232	0.11583	
15	20	0.26	0.35	3677	0.1572	
20	25	0.35	0.44	3742	0.1938	
25	30	0.44	0.52	3237	0.2245	
30	35	0.52	0.61	2467	0.24839	
35	40	0.61	0.70	1788	0.26473	
40	45	0.70	0.79	1213	0.27303	
45	50	0.79	0.87	799	0.27303	

下界	上界					
0	5	0.00	0.09	796	0.02389	$=AE5/AF5$
5	10	0.09	0.17	2170	0.07093	30591.7
10	15	0.17	0.26	3232	0.11583	27903.8
15	20	0.26	0.35	3677	0.1572	23390.7
20	25	0.35	0.44	3742	0.1938	19309.0
25	30	0.44	0.52	3237	0.2245	14418.5
30	35	0.52	0.61	2467	0.24839	9931.9
35	40	0.61	0.70	1788	0.26473	6754.1
40	45	0.70	0.79	1213	0.27303	4442.8
45	50	0.79	0.87	799	0.27303	2889.8

步骤5：画直方图

