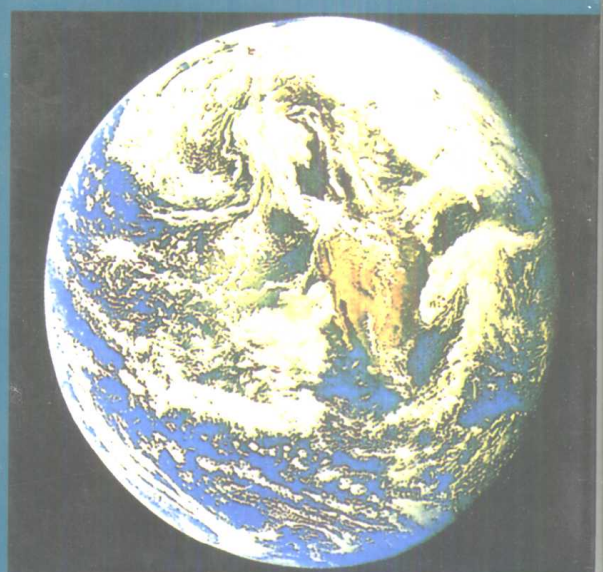
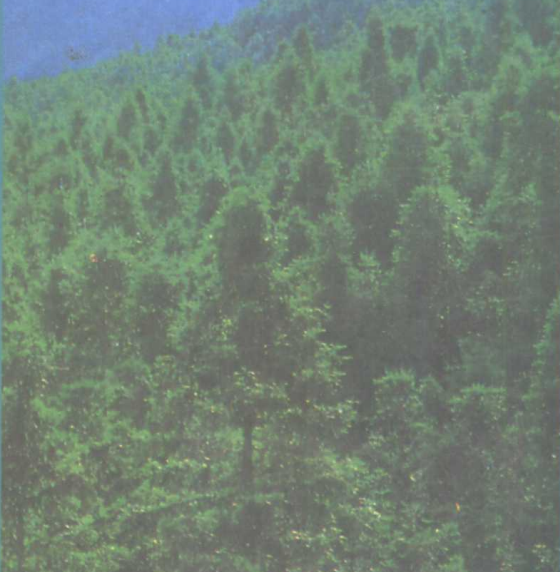


中国生态系统研究网络观测与分析标准方法

水环境要素观测与分析

中国标准出版社



水环境要素观测与分析

Observation and Analysis of
Water Environment Factors

主编 谢贤群 王立军

中国标准出版社

1998.6

内 容 简 介

本书系《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》的水环境分册,由中科院地理所十余位专家历时数年编写而成,并经过 20 余位有关专家的认真审定。

全书分为三篇 53 章,包括 53 种水环境要素的测定与分析方法,内容涉及土壤物理学、土壤学、农学、化学、土壤农业化学、植物生理学、水文学和农业气象学等多种学科。书中编选的方法稳定可靠,操作性强。许多项目和要素的观测技术和测定方法是有关专家长期观测实验的经验积累和技术总结。

本书读者主要是生态、环境、资源领域及相关学科的研究人员、生产开发人员、大专院校的师生,以及有关管理人员。

图书在版编目(CIP)数据

水环境要素观测与分析:OBSERVATION AND ANALYSIS OF
WATER ENVIRONMENT FACTORS/谢贤群,王立军主编.-北京
:中国标准出版社,1998
(中国生态系统研究网络观测与分析标准方法/刘光崧主编)
ISBN 7-5066-1740-4

I. 水… II. ①谢… ②王… III. ①水环境-环境监测-
方法②水质分析-分法 VI. X832

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 26304 号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 21¼ 字数 668 千字

1998 年 10 月第一版 1998 年 10 月第一次印刷

*

印数 1—1 500 定价 90.00 元

序

由于日益严重的全球资源和环境问题所造成的压力,自本世纪 80 年代以来,开展大地域尺度生态系统的长期监测及其结构、功能与提高生产力的联网研究受到了世界各国的关注,并成为当前国际研究的前沿领域。然而,开展联网研究面临的突出问题之一,是数据以及观测和分析方法的规范化和标准化。

在信息社会迅速发展的今天,强调开展科学数据规范化、标准化的意义是显而易见的,尤其是各种信息系统、数据库的普遍建立,对科学数据提出了更多、更新的要求。近年来,我国的标准化工作取得了很大进展,明确提出了我国的标准化工作要与国际标准接轨。但是在自然科学的许多领域,由于专业性强,学科内容广泛,标准化工作尚存在不少问题,必须组织有关的学者、专家反复讨论、论证,才能取得共识。另外,也有一些科技人员对现代的数据管理还不熟悉,特别是一些常规的观测与分析工作还缺少完整的、统一的标准方法。所有这些都给数据信息的综合研究、应用和国内、外交流带来了很大的困难。

为了深入地解决我国在资源、环境方面存在的问题,以适应社会经济持续发展和生态学进展的需要,自 1988 年开始,中国科学院着手筹建中国生态系统研究网络(英文名称为 Chinese Ecosystem Research Network,缩写为 CERN)。在开展生态系统网络研究中,CERN 特别强调数据以及试验、观测与分析方法的规范化和标准化,并强调网络信息系统的建立与数据共享。为此,1990 年以来,在中国科学院“八五”重大科研项目“中国主要类型生态系统结构功能和提高生产力途径研究”中设立了“试验、观测与分析数据规范化与标准化”专题,根据编制国家标准的要求,组织十余个学科的八十多位有经验的学者和专家系统地开展了试验、观测与分析方法标准的

编写和制定工作,这套《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》专集反映了该项研究的部分成果。全书包括六个分册,分别是:一、土壤理化分析与剖面描述;二、水环境要素观测与分析;三、气象与大气环境要素观测与分析;四、陆地生物群落调查观测与分析;五、湖泊生态调查观测与分析;六、海湾生态调查观测与分析。全书采用的标准和方法主要是选自相关学科通用的常规方法,目的是使获取的数据具有可靠性、可比性和国内、外的交流性。在全书编写过程中,在计量单位的选用以及计算公式的表述上,均力求符合国家标准《量和单位》的要求。因此,专集提供的方法可以广泛适用于生态、环境和资源领域的研究和开发。

本专集的编写和标准的制定工作曾得到国内许多院校和研究单位的专家教授的鼎力合作与帮助,对他们的支持表示真诚的感谢。

中国科学院院士
中国科学院生态系统研究网络科学委员会主任



1996. 4. 19

前 言

在陆地生态系统中,水是最活跃的组成要素之一。水在生态系统中的变化和运动是生态系统最主要的一种物质运动,同时它还参与系统的其他几种物质运动(养分、盐分等)和能量传输。水在很大程度上决定系统的结构和功能。水也是系统植物、生物生产力形成的重要因素。因此,水环境条件的研究在陆地生态系统研究中占有重要的地位,无论在理论上和实践上都具有重要意义。

水在空间上和时间上的巨大变异性,对陆地系统时空变化会产生巨大的影响,水作为人类较易改变的因子,可以按人类的意志在可能范围内加以改变,令生态系统朝着有利于人们的方向发展。因此水环境的研究是一项涉及多门学科并与人类社会经济活动紧密关联的工作,并具有广泛的研究领域。而研究必须以在一定的空间和时间范围内获得精确的观测和实验分析数据,并且使之能够实现不同区域内这些数据的可比性、可交换性、可交流性和可溯源性为前提,这就给生态系统网络研究中有关水环境要素的调查、观测和分析方法提出了标准化要求。无论是生态系统的综合研究,还是水环境要素的研究,都有一个时间和空间尺度的选择问题,本书的内容基本适用于微小空间尺度(站点)和短时效(日、旬)的研究。这样选择的原因是微小尺度是研究工作的基础,而直至目前,微小尺度的研究还很不充分;中国生态系统研究网络各台站的一个主要任务是对所在地的生态系统进行长期定位站点研究,他们首要的需求是微小尺度的观测分析方法。当然,微小尺度的研究不是研究工作中的全部,在研究工作中还必须注意尺度的转换,当微小尺度的研究能转换到大尺度时,研究结果会发挥更大的作用。但是,本书的内容没能涉及到这一重要问题,这需要组织力量进行专门的探讨。

为了实现中国生态系统研究网络(CERN)开展“中国主要类型生态系统结构、功能优化模式试验示范和提高生产力途径”研究以及开展生态系统内水环境要素的长期动态监测与分析,在 CERN

科学委员会的领导下,CERN 水分中心和中国科学院禹城综合试验站承担了《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》丛书中的《水环境要素观测与分析》一书的编写工作,组织了中国科学院地理研究所内十余名专家,自 1992 年开始,几度春秋,五易其稿,完成了本书的编写。全书共分三篇:一、水文物理要素测定;二、地表水、地下水水质分析方法;三、沉积物(底质)分析方法。内容包括了 53 种水环境要素的测定和分析,涉及到土壤物理学、土壤学、农学、化学、土壤农业化学、植物生理学、水文学、农业气象学等多种学科。这些要素的观测、分析技术和方法各不相同,其中除了部分气象要素(如降水量)、土壤物理要素和水化学要素分析有国家标准外,其余大部分观测要素目前都没有统一的标准方法。本书中许多项目和要素的观测技术和测定方法,都是有关的科学家在各自的领域中通过长期观测实验的经验积累和科学技术总结。为此,对某些要素,本书提出了 2~3 种常用的观测技术和分析方法,供读者选用。

在本书的编写过程中,先后三次聘请了 20 余名有关专家对书稿进行评审,并根据有关专家的意见反复推敲修改。但是编写标准方法毕竟有它的特殊要求,本书必将存在一些缺点和待改进之处,敬请广大读者不吝指正,以使在今后再版中予以改正,使之最终成为一本较完善的中国生态系统研究网络水环境要素的观测、分析标准方法。

编 者
1998 年 3 月

目 次

第一篇 水文物理要素测定

1 水量平衡要素的采集与观测	1
1.1 引言	1
1.2 水量平衡场	1
1.3 农田径流场	1
1.4 森林地表水径流场	2
2 土壤水吸力的测定及土壤水分特性曲线	3
2.1 引言	3
2.2 张力计法	4
2.3 压力膜(板)法	5
3 土壤田间持水量的测定	7
3.1 引言	7
3.2 围框淹灌法(田间测定)	7
3.3 威尔科克斯法(室内测定)	9
3.4 压力膜(板)法	9
4 土壤萎蔫含水量的测定	9
4.1 引言	9
4.2 压力膜法	9
4.3 生物法	9
5 土壤含水量的测定	10
5.1 引言	10
5.2 烘干法	10
5.3 中子法	10
6 地下水位的测定	12
6.1 引言	12
6.2 自记水位计测量	12
6.3 人工测量	13
6.4 记录和资料整理	13
7 降水量的测定	13
7.1 引言	13
7.2 观测仪器	13
7.3 雨量器测量	13
7.4 地面式雨量器测量	14
7.5 翻斗式遥测雨量计测量	14
7.6 虹吸式雨量计测量	15
7.7 观测时间(时制和日界)	16

7.8	允许误差	16
8	入渗量的测定	16
8.1	引言	16
8.2	圆环法	16
8.3	人工降雨入渗装置法	17
9	径流量的测定	18
9.1	引言	18
9.2	三角形量水堰测流法	18
9.3	梯形量水堰测流法	18
10	土壤水势的测定	21
10.1	引言	21
10.2	张力计法	22
10.3	加压法(压力膜(板)法)	22
11	土壤饱和和导水率的测定	23
11.1	引言	23
11.2	渗透筒法	23
11.3	饱和导水率仪法	23
12	土壤非饱和导水率的测定	25
12.1	引言	25
12.2	马里奥特瓶法	25
13	土壤给水度的测定	25
13.1	引言	25
13.2	环刀取土法	25
14	水田渗漏量的测定	26
14.1	引言	26
14.2	水田渗漏仪法	26
14.3	蒸渗仪与田测相结合的方法	28
15	灌溉量的测定	28
15.1	引言	28
15.2	设计灌溉量的计算	29
15.3	容器量水法	30
15.4	浮标量水法	30
15.5	三角形量水堰量水法	30
15.6	放水管量水法	31
15.7	角尺量水法	32
15.8	水表量水法	34
16	地下水补给量的测定	34

16.1	引言	34
16.2	垂直入渗补给	34
17	农田蒸发的测定	35
17.1	引言	35
17.2	大型蒸发渗漏仪法	35
17.3	能量平衡法	36
17.4	水量平衡法	37
18	森林降水量的测定	39
18.1	引言	39
18.2	林冠上降水量、林外降水量	40
18.3	穿透降水量	40
18.4	林内降水量	40
19	树干径流的测定	41
19.1	引言	41
19.2	收集槽法	41
20	林冠截留量的测定	41
20.1	引言	41
20.2	实地测量	42
21	枯枝落叶层含水量的测定	43
21.1	引言	43
21.2	烘干法	43
22	森林蒸散的测定	43
22.1	引言	43
22.2	水量平衡法	43
22.3	能量平衡法——波文比法	44
	参考文献	44

第二篇 地表水、地下水水质分析方法

23	水样的采集与保存	45
23.1	引言	45
23.2	采样部位的布设	45
23.3	采样容器	46
23.4	采样方法	47
23.5	水样的保存	47
24	水中 pH 值的测定	48
24.1	引言	48
24.2	玻璃电极法	49

25	水中钾和钠的测定	49
25.1	引言	49
25.2	火焰原子吸收光谱法	49
25.3	火焰光度法	50
26	水中钙、镁的测定	51
26.1	引言	51
26.2	EDTA 滴定法	51
26.3	火焰原子吸收光谱法	52
27	水中碳酸盐和重碳酸盐的测定	52
27.1	引言	52
27.2	酸碱滴定法	52
28	水中氯化物的测定	52
28.1	引言	52
28.2	硝酸银滴定法	53
28.3	离子色谱法	53
29	水中硫酸盐的测定	55
29.1	引言	55
29.2	质量法	55
29.3	铬酸钡分光光度法	55
29.4	离子色谱法	56
30	水中总磷的测定	56
30.1	引言	56
30.2	钼酸铵分光光度法	56
31	水中磷酸盐的测定	56
31.1	引言	56
31.2	磷钼蓝分光光度	56
32	水中总氮的测定	57
32.1	引言	57
32.2	紫外分光光度法	57
33	水中硝酸盐氮的测定	57
33.1	引言	57
33.2	酚二磺酸分光光度法	57
33.3	离子色谱法	57
34	水中亚硝酸盐氮的测定	58
34.1	引言	58
34.2	分光光度法	58
35	水中氨态氮的测定	58

35.1	引言	58
35.2	纳氏试剂分光光度法	58
35.3	酚盐分光光度法	58
36	水中凯氏氮的测定	59
36.1	引言	59
36.2	汞催化矿化法	59
37	水中化学需氧量的测定	59
37.1	引言	59
37.2	重铬酸钾法	59
37.3	高锰酸钾法	59
38	水中溶解氧的测定	59
38.1	引言	59
38.2	碘量法	59
38.3	电化学探头法	59
39	水中矿化度的测定	60
39.1	引言	60
39.2	质量法	60
40	水中铜的测定	61
40.1	引言	61
40.2	火焰原子吸收光谱法	61
40.3	石墨炉原子吸收光谱法	61
40.4	镉、铜、铅、锌的示波极谱法	63
41	水中铅的测定	66
41.1	引言	66
41.2	火焰原子吸收光谱法	66
41.3	石墨炉原子吸收光谱法	66
41.4	示波极谱法	66
42	水中锌的测定	66
42.1	引言	66
42.2	火焰原子吸收光谱法	66
42.3	石墨炉原子吸收光谱法	66
42.4	示波极谱法	66
43	水中镉的测定	66
43.1	引言	66
43.2	火焰原子吸收光谱法	66
43.3	石墨炉原子吸收光谱法	66
43.4	示波极谱法	66

44	水中铁的测定	66
44.1	引言	66
44.2	火焰原子吸收光谱法	67
44.3	石墨炉原子吸收光谱法	67
44.4	邻菲罗啉分光光度法	67
45	水中锰的测定	68
45.1	引言	68
45.2	火焰原子吸收光谱法	68
45.3	石墨炉原子吸收光谱法	68
45.4	高碘酸钾分光光度法	68
46	水中钼的测定	68
46.1	引言	68
46.2	石墨炉原子吸收光谱法	68
46.3	催化极谱法	68
46.4	硫氰酸盐分光光度法	69
	参考文献	69

第三篇 沉积物(底质)分析

47	沉积物(底质)样品的分析测试意义	70
48	沉积物(底质)样品的采集和预处理	70
48.1	沉积物样品的采集方法	70
48.2	沉积物样品的预处理	71
49	沉积物中铜、锌、镍的测定	73
49.1	引言	73
49.2	王水-氢氟酸-高氯酸消解-火焰原子吸收光谱法	73
50	沉积物中铅、镉的测定	75
50.1	引言	75
50.2	王水-氢氟酸-高氯酸消解-火焰原子吸收光谱法	75
51	沉积物中铬的测定	78
51.1	引言	78
51.2	硝酸-氢氟酸-硫酸消解-火焰原子吸收光谱法	78
52	沉积物中汞的测定	79
52.1	引言	79
52.2	硫、硝酸混合酸-高锰酸钾或五氧化二砷消解-冷原子吸收光谱法	80
53	沉积物中砷的测定	82
53.1	硫酸-硝酸-高氯酸消解-Ag. DDC 分光光度法	82
53.2	硝酸-硫酸消解-氢化物发生-原子吸收光谱法	83

参考文献	84
附表 I 本书涉及的常用法定计量单位与废止计量单位转换表	85
附表 II 常用标准筛孔对照表	86

引 用 标 准

GB 6920—86 水质 pH 值的测定 玻璃电极法	89
GB 7172—87 土壤水分测定法	94
GB 7476—87 水质 钙的测定 EDTA 滴定法	96
GB 7477—87 水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法	100
GB 7480—87 水质 硝酸盐氮的测定 酚二磺酸分光光度法	104
GB 7489—87 水质 溶解氧的测定 碘量法	109
GB 7493—87 水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法	115
GB 7838—87 森林土壤渗透性的测定	120
GB/T 8538—1995 饮用天然矿泉水检验方法	124
GB 11891—89 水质 凯氏氮的测定	271
GB 11893—89 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法	275
GB 11894—89 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	279
GB 11896—89 水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法	283
GB 11899—89 水质 硫酸盐的测定 重量法	287
GB 11904—89 水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法	291
GB 11905—89 水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法	294
GB 11906—89 水质 锰的测定 高碘酸钾分光光度法	298
GB 11913—89 水质 溶解氧的测定 电化学探头法	301
GB 11914—89 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	315

CONTENTS

Part 1 Determination of hydrophysics factors

1	Collection and observation of water balance elements	1
2	Determination of soil moisture suction and soil water characteristic curve	3
3	Determination of field moisture capacity	7
4	Determination of soil wilting coefficient	9
5	Determination of soil moisture content	10
6	Determination of ground water table	12
7	Determination of precipitation	13
8	Determination of infiltration	16
9	Determination of runoff	18
10	Determination of soil water potential	21
11	Determination of soil saturated hydraulic conductivity	23
12	Determination of soil unstaturated hydraulic conductivity	25
13	Determination of specific yield	25
14	Determination of water percolation of paddy	26
15	Determination of irrigation amount	28
16	Determination of ground water replenishment	34
17	Determination of field evapotranspiration	35
18	Determination of rainfall on forest field	39
19	Determination of water flow through trunk	41
20	Determination of interception by forest canopy	41
21	Determination of moisture content in the forest floor	43
22	Determination of evapotranspiration by forest field	43
	References	44

Part 2 Analytical methods of water quality

23	Field sampling and preservation of water samples	45
24	Determination of pH value in water	48
25	Determination of potassium and sodium in water	49
26	Determination of calcium and magnesium in water	51
27	Determination of carbonate and bicarbonate in water	52

28	Determination of chloride in water	52
29	Determination of sulfate in water	55
30	Determination of total phosphorus in water	56
31	Determination of phosphate in water	56
32	Determination of total nitrogen in water	57
33	Determination of nitrogen-nitrate in water	57
34	Determination of nitrogen-nitrite in water	58
35	Determination of nitrogen-ammonium in water	58
36	Determination of Kjeldahl nitrogen in water	59
37	Determination of the chemical oxggen demand in water	59
38	Determination of dissolved oxygen in water	59
39	Determination of mineralized degree in water	60
40	Determination of copper in water	61
41	Determination of lead in water	66
42	Determination of zinc in water	66
43	Determination of cadmium in water	66
44	Determination of iron in water	66
45	Determination of manganese in water	68
46	Determination of molybdenum in water	68
	References	69

Part 3 Analytical methods of sediment

47	Reason for sediment analysis	70
48	Collection and preparation of sediment samples	70
49	Determination of copper zinc and nickel in sediment	73
50	Determination of lead and cadmium in sediment	75
51	Determination of chromium in sediment	78
52	Determination of mercury in sediment	79
53	Determination of arsenic in sediment	82
	References	84

Referece standards

第一篇 水文物理要素测定

1 水量平衡要素的采集与观测

1.1 引言

农田、草地、森林的水量平衡要素有降水量、灌溉水量、土壤含水量、地表水径流量、地下水补给量、蒸散量等。为精确地测定这些要素,可在农田、草地、森林中划出一定面积的具有代表性的地块,建立水量平衡观测场和水分径流场,在其上采集和观测水量平衡诸要素及有关土壤水分物理特征参数。

1.2 水量平衡场

1.2.1 场地选择

在研究的地域内选择有代表性的地块,地块面积为 $10\,000\text{ m}^2 \sim 20\,000\text{ m}^2$,在地块周围应有支沟或道路,有条件的可在地块周边用砖砌衬,深度约 $1.0\text{ m} \sim 1.5\text{ m}$,使该地块土壤上层形成一个封闭系统。在地块地势最低一边,必须开挖排水沟以便农田的径流汇入沟中,从而进行径流测量。水量平衡场的选择还应注意地表水和地下水的交换以及地下水的水平运动。平原地区的地下水一般不易构成封闭系统,因此在研究地域水平衡时,要考虑地下水的水平和垂直交换。山地丘陵地区,最好找地表水和地下水系统处于同一个封闭地域系统内的场地。

1.2.2 观测项目和仪器布置

1.2.2.1 土壤含水量:在地块中布置若干测孔,用中子水分仪或取土烘干法测定。

1.2.2.2 地下水位:在水量平衡场中布置若干观测井(非压力),其中一眼井安装自记水位计,用以了解水位过程曲线,其余可用人工观测方法。

1.2.2.3 表面径流:在水量平衡场出水口处,布设过水断面,安装三角堰和自计水位计,确定农田径流系数。

1.2.2.4 农田灌溉量:在农田灌溉的水泵出口处安装三角堰,或在水泵上安装水表进行测量。

1.2.2.5 农田蒸散量:在水量平衡场的中心地段安装大型蒸发渗漏仪,直接测量。

1.2.2.6 作物生育期调查和测定。

1.2.3 仪器布设

水量平衡场仪器布置见图 1-1。

1.3 农田径流场

1.3.1 场地选择

在研究的地域内选择有代表性的田块,田块面积 $16\,000\text{ m}^2 \sim 20\,000\text{ m}^2$ 。并有一定的坡度($0.3\% \sim 1\%$)。田块必须是一个闭合系统,有条件的可在田块周边用砖衬砌,深度为 $30\text{ cm} \sim 50\text{ cm}$ 。在田块地势最低一边必须开挖排水沟,以便农田产流汇入沟中进行径流测量。

1.3.2 观测项目

1.3.2.1 降水量:可利用试验站区气象场的降水资料,或在径流场空旷地安装雨量器测量。

1.3.2.2 地表径流量:在田块出水口处,布设过水断面,安装三角堰和自记水位计测量,确定农田径流系数。

1.3.2.3 土壤含水量:在径流场内布设若干测点,采用中子仪法或烘干法测定,测定深度从表层直到 $2.0\text{ m} \sim 2.5\text{ m}$,时间间隔每天或 5 天一次。

1.3.2.4 作物生育期测定。

1.3.3 仪器布设

径流场仪器布设见图 1-2。