

电力工程水文气象计算手册

中国电力工程顾问集团中南电力设计院等 主编



湖北科学技术出版社



内 容 提 要

《电力工程水文气象计算手册》是为电力工程水文气象专业人员进行电力工程水文气象分析计算工作而编写的，较系统地总结了我国电力工程水文气象分析计算的方法和主要经验，对原 1981 年版本作了修订和增补。全书共有 11 章和 62 个附表，内容包括：水文气象查勘，水文气象观测，相关分析与频率计算，供水水源，设计洪水，小流域设计暴雨洪水，泥沙与河床演变，工程气象，海洋水文，地下水源，核电厂水文气象计算等。本书是电力工程勘测设计工具书，可供从事电力工程水文气象分析计算的科技人员使用，也可供有关院校师生参考。同时，对与电力工程有关的水利水电、交通、铁道、城建、环保、工矿、农垦、水文地质等部门也有一定参考价值。

电力工程水文气象计算手册

主持单位：中国电力规划设计协会

主编单位：中国电力工程顾问集团中南电力设计院
中国电力工程顾问集团华东电力设计院
中国电力工程顾问集团公司

参编单位：中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司
中国电力工程顾问集团东北电力设计院
中国电力工程顾问集团西北电力设计院
中国电力工程顾问集团西南电力设计院
山东电力工程咨询院有限公司
国核电力规划设计研究院
河南省电力勘测设计院
山西省电力勘测设计院
广西电力工业勘察设计研究院
广东省电力设计研究院

前 言

为适应我国电力工程建设的需要，1981年原电力部电力建设总局组织华东、东北、西北、西南、中南及北京（华北）电力设计院等6个单位编写出版了《电力工程水文勘测计算手册》。1999年由国家电力公司电力规划设计总院主持，12个电力设计单位参加，中南电力设计院李世杞任主编、华东电力设计院姚忠道和电力规划设计总院沈道奋任副主编，当时完成了《电力工程水文气象计算手册》（报批稿），但未正式出版。近10年来，随着科学计算的快速发展，尤其是计算机技术的日新月异，电力、水利、铁路、公路等部门的水文、气象规范相继修编，水文、气象勘测设计新方法、新技术不断出现，原手册的一些落后的手工计算方法大部分已经被相关规范弃用，对手册再一次进行修编尤其必要。2009年中国电力规划设计协会以“电规协标〔2009〕97号”文对手册再一次修编正式立项，项目编号为“协标-3号”，编写单位基本上为上次参加修编的单位。根据近年来的工程需要，主要增加了泥石流查勘、水资源调查、水文气象观测、统计检验、水资源论证、城市再生水、矿区排水、岩溶地区洪水、遥感、溃坝溃堤洪水、设计洪水的地区组成、应用地区经验公式推算小流域设计流量、水温与水面蒸发散热系数、短历时暴雨公式、空冷气象、风力发电气象、太阳能气象、架空送电线路气象、海岸的泥沙运动与岸滩演变、温排放数值计算、地下水源、核电厂水文气象等内容。

本手册是在较系统地总结新中国成立以来电力工程水文气象勘测计算方法和主要实践经验，并学习了水利水电、铁道交通等部门最新规范及相关手册的有关理论和经验的基础上编写而成。手册结合电力工程水文气象勘测特点大量采用了各部门现行水文、气象规范上介绍的新方法，比较系统地介绍了电力工程水文气象查勘和计算问题，方法简明扼要，计算步骤具体，并举例说明。全书分为水文气象查勘、水文气象观测、相关分析与频率计算、供水水源、设计洪水、小流域设计暴雨洪水、泥沙与河床演变、工程气象、海洋水文、地下水源及核电厂水文气象计算共十一章，内容全面翔实，针对性强，具有系统性和实用性。本手册是电力工程水文气象工作人员的工具书，也可供其他部门从事工程水文、工程气象、给排水设计、水文地质等专业的工程技术人员、有关院校师生及水文气象专业合作单位参考。

本手册由桂红华任主编，饶贞祥、姚鹏、戴有信、秦学林、胡昌盛、李舜任副主编。参编人员有刘德平、黄传华、马万里、姚伟东、姜典、张性慧、胡长权、欧子春、李卫林、田启明、晋明红、尹亮、卢晓东、王起峰、谷洪钦、席占生、许轶、樊国瑞、黄成宗、梁水林、连捷。

参加1999年报批稿编写而未参加本次修订的同志李世杞、姚忠道、沈道奋、王维新、王有录、王庆安、朱伟、刘旭、刘琪、张洪亮、张晓英、严裕祥、陈兆斌、姚林修、钟正勇、钟孟仁、赵家敏、聂先明、唐晖、徐兆斌、盛玉民、程慰增、熊海星、廖祥林、颜秉铎等，为本书的编写付出了辛勤的劳动，为本次修订打下了坚实的基础；吉林省电力勘测设计院作为1999年手册修编的参编单位为1999年报批稿完成也做出了很大贡献；另外，在本

次修编过程中，张爱玲（核安全中心）、伍宁（长江水利委员会）、潘晓春（江苏院）也做了大量工作；长江水利委员会、黄河水利委员会、河海大学及全国各电力设计院等单位给我们提供了许多参考资料，对本手册编写提出过不少宝贵意见，在此一并表示感谢。

新版手册吸收了旧版本用户的反馈意见。由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，敬请批评指正。

本手册由中国电力规划设计协会归口管理，由中国电力工程顾问集团中南电力设计院、中国电力工程顾问集团华东电力设计院及中国电力工程顾问集团公司主编并负责解释，未经授权许可，不得以任何手段和形式复制或抄袭。本手册知识产权受法律保护，侵权必究。

联系人：汤莉莉

单 位：中国电力规划设计协会

电 话：010—58388785

E-mail: LLtang@cpecc.net

联系人：桂红华

单 位：中南电力设计院

电话：027—67818418

E-mail: guihonghua@csepd.com

《电力工程水文气象计算手册》编写组

2010年12月

目 录

1	水文气象查勘	1
1.1	枯水查勘	1
1.2	水资源调查	5
1.3	洪水及内涝查勘	8
1.4	河床演变查勘	19
1.5	冰情、漂浮物调查	22
1.6	泥石流调查	26
1.7	气象调查	28
1.8	海洋水文查勘	34
2	水文气象观测	38
2.1	陆地水文观测	38
2.2	海洋水文观测	46
2.3	专用气象观测	51
3	相关分析与频率计算	54
3.1	相关分析	54
3.2	频率计算	72
3.3	统计检验	95
4	供水水源	101
4.1	天然河道取水	101
4.2	水库取水	122
4.3	水库下游取水	151
4.4	河网化地区取水	155
4.5	湖泊取水	161
4.6	城市再生水	171
4.7	矿区排水	172
5	设计洪水	175
5.1	天然河流设计洪水	175
5.2	水库设计洪水	208
5.3	水库下游河流设计洪水	224
5.4	壅水河段的设计洪水	228
5.5	岩溶地区洪水及泥石流洪水	238
5.6	平原地区洪水及内涝	268
5.7	溃坝溃堤洪水	274

5. 8	设计洪水的地区组成	291
5. 9	施工期设计洪水	295
6	小流域设计暴雨洪水	297
6. 1	小流域设计暴雨参数计算	297
6. 2	铁道部第一勘测设计院公式法	300
6. 3	铁道部第二勘测设计院公式法	305
6. 4	林平一法	312
6. 5	推理公式法	317
6. 6	应用地区经验公式推算小流域设计暴雨洪水	330
7	泥沙与河床演变	333
7. 1	泥沙	333
7. 2	设计河段稳定性分析	346
7. 3	河床变形计算	365
7. 4	河道冲刷计算	381
8	工程气象	396
8. 1	气温	396
8. 2	风	397
8. 3	水温与水面蒸发散热系数	414
8. 4	短历时暴雨公式	421
8. 5	冷却塔气象	429
8. 6	空冷气象	432
8. 7	风力发电气象	438
8. 8	太阳能气象	457
8. 9	架空送电线路气象	464
8. 10	空气污染分析中常用的气候资料	471
8. 11	其他气象要素	474
9	海洋水文	487
9. 1	潮汐	487
9. 2	潮流	501
9. 3	波浪	510
9. 4	感潮河口的水文计算	548
9. 5	泥沙运动与岸滩演变	553
9. 6	水温及盐度	561
9. 7	温排放数值计算	565
10	地下水源	586
10. 1	山间河谷盆地地下水资源评价	586
10. 2	傍河取水评价	649
10. 3	岩溶泉水资源评价	658
11	核电厂水文气象计算	672
11. 1	滨海核电厂设计基准水位	672

11. 2 滨河核电厂设计基准水位	709
11. 3 设计基准气象现象与参数	725
附表	739
附表 1 水利水电枢纽工程分等指标	739
附表 2 水工建筑物的级别	739
附表 3 水电站厂房洪水标准	739
附表 4 山区、丘陵区水利水电工程永久性水工建筑物洪水标准	739
附表 5 平原区水利水电工程永久性水工建筑物洪水标准	740
附表 6 灌溉和治涝工程主要建筑物的防洪标准	740
附表 7 供水工程主要建筑物的防洪标准	740
附表 8 潮汐河口段和滨海区水利水电工程永久性水工建筑物潮水标准	740
附表 9 发电厂等级和厂区防洪标准	740
附表 10 高压和超高压输电设施的等级和防洪标准	741
附表 11 城市的等级和防洪标准	741
附表 12 乡村防护区的等级和防洪标准	741
附表 13 工矿企业的等级和防洪标准	741
附表 14 国家标准轨距铁路各类建筑物、构筑物的等级和防洪标准	741
附表 15 汽车专用公路各类建筑物、构筑物的等级和防洪标准	742
附表 16 一般公路各类建筑物、构筑物的等级和防洪标准	742
附表 17 山谷灰场灰坝设计标准	742
附表 18 江、河、湖、海滩（涂）灰场灰堤设计标准	743
附表 19 堤防工程级别及安全加高值	743
附表 20 水电站设计保证率	743
附表 21 灌溉设计标准	743
附表 22 天然河流设计最高通航水位的洪水重现期	743
附表 23 通航建筑物设计最高通航水位的洪水重现期	744
附表 24 天然河流设计最低通航水位保证率	744
附表 25 法定计量单位及有关的单位换算表	745
附表 26 水文气象要素的单位及有效数字一览表	749
附表 27 明代以来年号~公元对照表	751
附表 28 天然河道糙率表	751
附表 29 天然河道糙率表	753
附表 30 渠道糙率表	755
附表 31 土的容许（不冲刷）平均流速表	756
附表 32 石块开始运动平均流速表	758
附表 33 风力等级表	758
附表 34 风力（级）~风速（m/s）换算表	760
附表 35 降雨等级表	760
附表 36 （新降下、疏松）雪的密度	760
附表 37 我国若干城市暴雨强度公式	761
附表 38 火力发电厂设计耗水指标表	783
附表 39 国内各城市排水采用的重现期	783
附表 40 浅水的波高、波速和波长与相对水深的关系表	784
附表 41 P-III型曲线 Φ_p 值	792

附表 42	P-III型曲线 K_p 值	798
附表 43	三点法用表—— S 与 C_s 关系表	814
附表 44	三点法用表—— C_s 与有关 Φ_p 值的关系表	815
附表 45	耿贝尔极值分布 λ_{np} 数值表	816
附表 46	正态分布概率表	817
附表 47	χ^2 分布表	819
附表 48	t 分布表	822
附表 49	F 分布表	824
附表 50	相关系数检验表	836
附表 51	全国推理公式参数地区综合公式一览表	837
附表 52	交通部门全国水文分区流量计算参数表	840
附表 53	交通部门全国水文分区 C_v 值	849
附表 54	交通部门全国水文分区 C_s/C_v 经验关系表	853
附表 55	理想大气总辐射量查算表	855
附表 56	全国各城市的雪压和风压	858
附表 57	伽马函数表	874
附表 58	暴雨衰减指数 n 值分区表	877
附表 59	损失参数的分区和系数指数值表	879
附表 60	汇流时间分区和系数指数表	881
附表 61	交通部门经验公式 1 各区系数、指数表	883
附表 62	交通部门经验公式 2 各区系数、指数表	884
参考文献		885
附加说明		888
附图		

1 水文气象查勘

水文气象查勘在电力水文气象工作中占有很重要的地位。在无资料的情况下,调查往往是重要的手段。在有一定资料的情况下,调查可以校核实测资料的可靠程度,可以弥补资料的不足。在设计洪、枯水计算工作中,即使有了相当多的实测资料,调查历史洪枯水也可以起到延长资料系列,并增强系列代表性的作用。

具体调查时,可根据工程具体情况进行单一项目或多项目的调查。

1.1 枯水查勘

1.1.1 调查前的准备工作

(1) 明确调查任务、调查河段的范围和内容。

(2) 根据调查任务及流域开发情况,酌情搜集下列资料:

1) 河段上、下游及邻近流域水文站历年枯水资料;

2) 记载有流域内历史上干旱灾害及降雨情况的文献,如水利志、省县志等地方志;

3) 测量资料:河段地形图、河道图、水准基面变动情况及换算关系,调查河段附近水准点位置及高程。

(3) 携带必要的工具仪器:流速仪,秒表,皮尺,红油漆,计算器具,三角板,专用表格,录音、照相、摄影设备等。

1.1.2 调查内容

(1) 历史上发生干旱的年、月、次数及重现期。

(2) 历史上发生各次干旱情况,包括干旱前后降雨情况,无雨日期,受灾程度,干旱持续时间及干旱过程。

(3) 干旱期枯水补给来源,河床质组成,有否发生河干或断流现象及其持续时间,有无河床潜流,冬季有否发生连底冻。

(4) 各次干旱年份的枯水位,标志水深,主流位置及流速、流向。

(5) 发生枯水流量时上游的人类活动,如农业灌溉,工业用水及围堤、堵河等情况。

(6) 北方河流枯水若出现在冬季,应了解封冻日期、冰厚、有效水深及上下游有无冰坝等情况。

(7) 水生植物的生长情况及其对枯水流量的影响。

1.1.3 调查步骤

1.1.3.1 枯水调查河段的选择

(1) 调查河段应包括电厂取水点,要考虑水泵房可能变动范围。

(2) 调查河段应靠近开发较早的居民点,人类活动频繁、河段内容易调查到可靠的枯水痕迹者。

(3) 调查河段应尽量顺直、稳定、冲淤变化较小。

(4) 调查河段应尽量靠近诸如卡口、急滩及水工建筑物处。

(5) 调查河段不宜过短,两枯水痕迹间应有一定距离。

1.1.3.2 现场访问

- (1) 在历史悠久的老灌溉引水渠处,调查枯季引水情况、次数、历时、渠首水深变化情况。
- (2) 在年代久远的固定渡口处,调查枯季通航情况(通航吨位和吃水深),可否涉水,水深情况及渡口位置有无变动、变动原因。
- (3) 在山区年代久远的水车或水磨处,了解枯季运转情况及水磨最小启动流量。
- (4) 在河边居民生活用水(如挑水、洗衣)的固定河沿处,了解枯季河边水深变化情况。
- (5) 历史上枯旱最长不雨时间,灾害情况。

由于历史最低枯水位发生在调查时的水位以下,因此在枯水调查中,应尽可能利用河流上一些比较永久性的设施,如码头、桥梁、闸门、渡口等,在调查时可引导被访问者回忆这些建筑物在发生历史最低枯水位时的情况,裸露在水面以上或埋藏在水面以下的高度。

1.1.4 枯水调查中的测量工作

1.1.4.1 水位测量

由于历史枯水位均位于调查时水位以下,所以需先测出调查时水位,减去枯水标志水位与测量时水位差,即得到枯水位标志高程。

如调查得到的是标志水深,则测算枯水位时,应考虑断面冲淤变化进行订正。

1.1.4.2 横断面测量

(1) 断面布设:用水文站水位流量关系推流时,可采用水文站基本水尺断面。用比降法推流时,断面不得少于两个。

(2) 横断面测量高度,一般应高于调查时水位,断面测点的控制,以能反映断面的变化为准,并详细记录断面附近的河床组成、植被情况。在有可靠调查资料的基础上,可对断面进行必要的修正,以便正确计算历史枯水流量。

1.1.4.3 纵断面测量

纵断面测量包括河底线和测时水面线,测量范围应比调查枯水标志点分布的长度略长一些,并包括推流计算断面。

1.1.4.4 枯水流量测验和临时测站的设立

用比拟法推算枯水流量时,需在调查处(或沿河段)设立临时测站,观测水位和流量。流量测验一般采用流速仪法,其技术要求见 GB50179《河流流量测验规范》,具体操作参见《水文测验手册》,精度应不低于精测法要求。

1.1.5 枯水流量的推求

1.1.5.1 延长水文站枯水标记流量关系曲线法

若所调查的枯水标记靠近水文站,枯水发生在畅流期,河道冲淤变化较小时,可将调查所得枯水位以河底比降或其他更合适的方法推算至水文站基本水尺断面,并将该站实测的水位流量关系曲线加以延长,推出枯水流量。

水位流量关系曲线延长方法视下延幅度大小而定,若延长幅度不大,可顺趋势下延;若下延幅度较大,需参照断面形状,找出断流水位作控制点,再进行下延,详见本书第4章。

若断面冲淤变化较大,需考虑冲淤变化值进行改正,冲淤变化值的调查方法见 1.3.2.4 所述。

1.1.5.2 水力学公式法

(1) 在枯水调查河段下游如有天然的或人工控制断面,如急滩、卡口、石梁、堰、闸等,可采用临界流公式或相应的堰闸等水力学公式推算历史枯水流量,详见公式(1.3-14)、式(1.

3-15)、式(1.3-16)及有关水力学书籍。

(2) 如调查河段顺直,断面变化不大时,可按稳定均匀流推算历史枯水流量。均匀流公式为:

$$Q = \frac{1}{n}AR^{2/3}I^{1/2} \quad (1.1-1)$$

式中:Q——流量, m^3/s ;

A——断面面积, m^2 ;

R——水力半径, m , 宽浅河流(一般认为宽深比大于 10 者)可采用平均水深代替水力半径;

n——糙率,可用调查河段实测低水流量和比降,由水力学公式反求。若无上述资料,可参照邻近水文站低水糙率选用;

I——水面比降,尽量采用调查枯水比降;当不能正确确定枯水比降时,可参考河底比降、低水水面线及低水时断面变化,综合分析确定。

断面要素 A 和 R,可采用单一基本断面的特征值,或采用调查河段上下两个断面的平均值。

1.1.5.3 比拟法

本法是假定出现历史枯水时的糙率和比降与调查时的糙率和比降相同,根据调查时实测的流量、断面等水力要素反求出系数 K 值,用以推求历史枯水流量。计算公式为:

$$Q = \frac{1}{n}AR^{2/3}I^{1/2} = KAR^{2/3} \quad (1.1-2)$$

$$K = \frac{1}{n}I^{1/2} = \frac{Q'}{A'R'^{2/3}} \quad (1.1-3)$$

式中:K——系数,按公式(1.1-3)推求;

Q'——调查时的流量, m^3/s ;

A'——调查时的过水面积, m^2 ;

R'——调查时的水力半径, m ;

其余符号意义同前。

1.1.5.4 实测水位流量关系法

本法是在工程地点设站观测短期水位和流量定出水位流量关系曲线,并以断流水位做控制,进行低水延长,直接用调查历史枯水位查出枯水流量。

1.1.5.5 上下游水位相关法

若在工程地点调查不到历史枯水标记,而在本河段上下游不太远的地点调查到枯水标记,并能沿河施测若干断面的枯水流量,可建立上下游枯水流量关系,结合枯水流量沿程变化,确定工程地点处历史枯水流量。

1.1.5.6 地表水位与地下水位相关法

枯季径流大小,主要是依靠地下水补给,若能建立地下水位(如井水水位)与地表水位关系,便可根据已调查到的最枯地下水位,推算地表水位。但本法影响因素复杂,定量较困难,有待今后继续探讨。

以上各种方法确定的枯水位或枯水流量,在应用时要进行综合分析;对同一工程点的枯水流量或枯水位,需用几种途径进行调查分析,对各种因素的影响程度要做全面细致的论证,以保证历史枯水流量或枯水位的精度能满足工程的要求。

1.1.5.7 枯水流量确定中应注意的问题

(1) 利用断面和调查枯水位计算枯水流量时,要注意调查时的断面与历史枯水发生时的差异,包括河道的冲淤变化、深槽改道以及人为的影响,如挖沙、河道疏浚等。枯水流量一般很小,断面的细小变化都会导致计算的枯水流量发生较大变化。因此,应通过认真细致的调查访问,对断面进行还原。

(2) 对有实测资料以来的枯水流量资料,要注意是否受到人类活动的影响,如水库截流、跨流域引水、临时引水(筑坝引水或机械抽水)等。尤其是枯水系列中的特小值,应重点调查其是否为天然情况的结果。如有影响,应进行还原分析计算。

1.1.6 枯水重现期的确定

要准确估出枯水重现期 N 值,是难以做到的,目前只能依据历史枯水发生的年代大致估算,所以估算出的 N 值相当粗略。具体处理时,通常有以下两种情况:

(1) 当缺乏比较连续完整文献时,可根据老人记忆或较可靠的传说估计重现期,如根据老人或前辈的年龄,减去记忆年龄。

(2) 如果某次历史枯水发生年份以前的较枯情况不清,可以由该年迄今的时期内进行排位;但若能判定该枯水是更近年以来的首位,就不宜把它作为自发生年份迄今首位枯水来处理,而应排为最远考证年份以来的首位。如有可能应尽量在较长的考证期内进行排位。

1.1.7 岩溶地区枯水调查

我国岩溶主要分布区集中于广西、贵州、云南东部,另外,鄂西、湘西、川东、山西等处分布面积也较广。

岩溶地区河流,具有洪峰模数低,洪水过程线矮胖,径流年内分配稳定、均匀、洪枯倍比小,汛枯季径流相关系数高,水量比较丰富等特点。

通常,岩溶地区内都不同程度地存在着溶洞、漏斗、岩溶洼地等现象,河床上有时漏水和涌水兼有,流域内地表水地下水往往交替出现,水文情况复杂。作枯水调查时,除了包括一般河道枯水调查的内容以外,尚需根据岩溶地区的特点考虑以下调查内容和方法:

1.1.7.1 调查内容及河段选择

(1) 枯水流量调查河段应尽量靠近电厂取水口河段,计算枯水测流断面尽可能选在取水口或取水口附近的上下游。

(2) 河道查勘范围要长,调查取水口以上干支流河道落水洞、出水洞、河床漏水和泉水出露情况。

(3) 取水口枯期水源的组成部分,各部分的来龙去脉,可靠程度,流量大小,是否稳定。

1.1.7.2 调查方法和步骤

(1) 人员组成:由水文人员和水文地质人员共同组成。

(2) 搜集资料:调查前广泛搜集该流域的水文查勘资料、水文地质资料、地形资料。

(3) 访问:深入干支流沿岸村庄,了解取水口上游干支流上落水洞、出水洞的具体位置,河床有否漏水及其位置,泉水出露地点,水量大小。历史上发生干旱年代,干旱情况,以及这些落水洞、出水洞和泉水的来龙去脉的历史传说,洞内鱼类状况。

(4) 分析:根据调查情况,结合水文地质构造及地形资料进行分析,去粗取精,去伪存真,提出河床渗漏的可能河段,落水洞的可能去向,出水洞和泉水的可能来源地,拟定水文测验计划和连通试验方案。

(5) 测量(测验):根据调查和分析,作以下项目测量(测验):调查枯水位,历史枯水推流断

面,调查期枯水流量,可能漏水河段上下游枯期流量,落水洞、出水洞和泉水露头处枯期流量,以及水质分析取样等。因岩溶地区枯期流量变幅较小,流量测验时尽可能地利用量水堰或量水槽,用流速仪测流时应用精测法。

(6) 连通试验:若电厂取水水源系由几股大的泉水组成,经过以上工作,尚不能对它们的来源作出结论,或取水口上游河道有落水洞未查清落至何处,应本着因地制宜,勤俭节约的原则,做一些连通试验,查清它们的来龙去脉。

1) 在落水洞口投放谷壳,锯末粉,空玻璃小瓶(密封),黄泥浆水,煤油,柴油等,在可能的出口处观测有否这些物品漂流;

2) 投放化学试剂(如漂白粉、食盐、石灰等),在可能的出口处取样分析化学成分变化,或进行观察对比;

3) 若落水洞落下的水量可以改道排走,可以用截流法临时堵住落水洞口,在可能的出口处测量流量的变化。也可做抽水试验来鉴定连通关系;

4) 用荧光素(黄)及同位素(铬、氡等)进行连通试验。

1.1.8 河网化地区枯水查勘

根据河网化地区的特点,枯水调查的内容主要有以下几个方面:

(1) 河网内主要干流连通情况,沿程断面尺寸、河宽等变化,缩窄河段或卡口的位置。

(2) 河网内主要干流流向及其变化、原因。

(3) 取水河段冲淤变化情况。

(4) 河网内可能作为主水源的枯水水情特点、对河网的补给情况。

(5) 对电厂水源有影响的主要水工设施。

(6) 选择各水源地至电厂的取水通道,推荐确定电厂取水河段。

(7) 取水河道水源地枯水期入口处及电厂取水口计算断面的选择。

(8) 计算电厂取水断面过水能力所需河道计算参数、糙率等的调查与实地测量。

1.2 水资源调查

1.2.1 城市及工业用水量调查

我国水资源十分匮乏,电厂用水量较大,且要求保证率很高,在我国大部分地区建电厂,都可能产生与其他工业用水和农业用水的矛盾,因此要把城市和工农业用水的现状和规划情况调查清楚,为解决用水矛盾提供准确的基础资料。

1.2.1.1 城市及工业用水量调查的内容

(1) 用水单位名称,用水量(日、月或年的)、用水目的、用水时间、用水过程、用水标准。

(2) 用水单位取水口位置(或取水井位置)、高程,取水方式及过程,取水设备能力。

(3) 排水口的位置、高程,排水量和排水方式、时间、过程。

(4) 规划增加的用水量、过程及其实施计划。

1.2.1.2 调查中应注意的问题

(1) 对用水单位提供的取(用)水量值,注意是否过大或偏小。必要时,可向管理取水的人员直接了解情况。

(2) 规划用水资料注意是否通过了有关部门的审查,未经审批的规划,一般不可作为正式资料。

(3) 有的地方工业发展迅速,用水量增长很快,也有的工矿企业因已经或将要调整而停止

或减少了取(用)水,调查时应予注意。

1.2.2 农业用水量调查

1.2.2.1 农业用水量调查的内容

- (1) 现有的土地面积、灌溉范围、灌溉面积(分地表水和井灌面积)、复种指数、作物种类。
- (2) 灌溉制度,综合的灌溉定额、实际灌溉用水过程。
- (3) 灌溉用水的标准、分配原则、不同设计标准下的灌溉用水量年内分配。
- (4) 渠系布置情况、渠系渗漏情况(渠系水利用系数)、田间回归水量、尾水排水位置、渠首取水方式、取水设备能力。
- (5) 灌溉用水规划情况,增加的灌溉面积及其年内用水过程,规划的实施计划。

1.2.2.2 调查中应注意的问题

(1) 从某些水利管理部门搜集到的灌溉用水量与实际用水量可能有一定差异,在调查时应尽量搜集最基层水管部门的实际资料,以便对照使用。

(2) 灌溉方式的改变,使前后农业用水资料的基础不一致,应区别使用。目前较先进的灌溉节水措施(如喷灌、滴灌)正在逐步推广,在调查规划灌溉用水量时要注意这个问题,大面积地采用节水灌溉方式,对电厂用水是有利的。

1.2.3 城市自来水调查

随着空冷技术的普遍应用,发电厂的需水量大幅度减少,使得用城市自来水作为发电厂的主水源或备用水源或补充水源成为可能。当发电厂以自来水作为主水源或备用水源或补充水源时,需要对城市自来水的供水情况进行调查了解,而不能仅满足于供水协议。

1.2.3.1 城市自来水调查内容

(1) 自来水供水机构的性质(独立企业、政府下属部门),这和发电厂业主与谁签订供水协议有关。供水水源,大体可分为地表水和地下水两大类。

(2) 城市人口的现状、未来变化趋势及生活用水量变化情况。自来水现状及未来可能的供水能力。供水系统可能的接水点与发电厂的位置关系。

(3) 供水水源为地下水时,需要调查以下内容:

- 1) 地下水的汇水面积,补排关系;
- 2) 水源区域内地下水位变化情况及趋势,漏斗面积的大小及发展趋势;
- 3) 水源区域内其他水井的取水量变化情况,取水层与自来水取水层的关系。

(4) 供水水源为地表水时,需要调查以下内容:

- 1) 取水河段的枯水量情况,有无断流,保证率 97% 时的枯水量;
- 2) 保证率 97% 的枯水位与取水管口的关系;
- 3) 取水河段的冲淤变化情况及变化趋势,有无取水管口脱流或淤死情况。

(5) 上级水行政主管部门核定的取水量及其有效期。

1.2.3.2 调查中应注意的问题

(1) 要注意从专业技术方面分析发电厂取水的可能性及合理性,避免各方面的干扰。

(2) 搜集的资料既要重视其历史性,更要注重从发展的眼光来充分分析,同时要注意国家产业政策的变化对取水可能性及可靠性的影响。

1.2.4 城市再生水调查

随着淡水资源的日益紧张以及国家对环境保护越来越重视,各地中小城市及开发区也逐步建立起污水处理厂。采用污水处理厂处理过的再生水作为电厂主水源符合目前的国家产业

政策,也是充分利用水资源的重要方式。

(1) 对于已建的污水处理厂,重点调查如下内容:

1) 污水水源情况。如工业用水和生活用水的数量及比重,工业企业的类型(化工、机械、……),污水管网铺设覆盖范围和收集能力;

2) 污水处理厂处理工艺及再生水水质,排放标准,再生水排水量,是否达到了设计处理能力;

3) 再生水的季节及日变化情况(尤其是生活用水占比重大时),作为选择电厂厂内蓄水池容量大小的参考;

4) 再生水各用户水量分配情况,剩余水量是否满足电厂需求;

5) 污水处理厂距电厂厂址距离、方位。

(2) 对于规划的污水处理厂,重点调查如下内容:

1) 规划的污水水源情况。如工业用水和生活用水的数量及比重,工业企业的类型(化工、机械、……),计划污水管网铺设覆盖范围和收集能力;

2) 规划污水处理厂处理工艺及再生水水质,排放标准,设计处理能力;

3) 规划设计阶段,是否通过评审(审查),有无上级(一般需要省一级)的批准文件,建设资金是否落实,计划开、竣工时间;

4) 规划的污水处理厂距电厂厂址距离、方位。

1.2.5 矿井排水调查

这里主要是指煤矿的排水。煤矿开采方式主要有露天开采和矿井开采,排水量的大小和持续排水能力与开采方式有关,更与水文地质条件有关,即水量的补给条件有关。

(1) 对已建的露天开采矿,需要调查了解如下内容:

1) 降水管井的数量、分布情况、运行情况、排水量大小及运行以来的排水量变化情况;

2) 排水是否集中排放,排水点距电厂厂址的距离;

3) 建矿时的水文地质报告。实际运行情况与设计条件是否一致;

4) 矿区周边地下水位变化情况。若周边地下水位持续下降,则说明地下水补给条件不好,排水量也会逐渐减小,甚至达到不可逆的程度;

5) 矿的储量及预计开采年限,是否满足电厂使用年限。

(2) 对规划的露天开采矿,需要调查了解如下内容:

1) 与矿区建设配套的水文地质报告。其中重点是了解其设计排水量,注意其目的是为保证正常开采所需要设置的排水能力;而对电厂而言,关心的是其最小的排水量。绝对不能以水文地质报告中的设计排水量作为电厂的可用水量,要与水文地质专业人员协商确定电厂可用水量;

2) 矿的储量及预计开采年限,是否满足电厂使用年限;

3) 矿区排水点距电厂厂址的距离。

(3) 对已建的矿井开采矿,需要调查了解如下内容:

1) 矿井的实际排水量和排水点。一般矿井的排水是分散的,而且矿井下多设有贮水箱或集中池,水蓄到一定量时启动排水设施,排水不是连续的。需要了解各排水点的排水间隔时间及排水量,各点排水是否可以集中;

2) 矿区各点总排水量及其季节变化情况,重点是最小排水量;

3) 矿井各排水点(或集中后的排水点)距电厂厂址的距离。

1.3 洪水及内涝查勘

1.3.1 调查前的准备工作

准备工作包括明确工作任务,搜集资料,必要的仪器工具及用品。

(1) 根据任务情况,应酌情搜集下列资料:

1) 流域特性资料:流域水系图、工程地点附近河道比降、地形、土壤和植被情况等;

2) 测量资料:调查河段的大比例尺地形图、河道图、水准点、三角点及标高换算关系等资料(这项工作可由测量人员负责);

3) 水文资料:附近水文站的考证资料,历年洪水位,洪峰流量,水位流量关系曲线,比降、糙率等;

4) 实测暴雨及气象分析资料;

5) 有关部门的现有洪水调查资料、地方志及水利历史文献等。

(2) 仪器及用品包括水准仪、经纬仪,照、录像设备及文具用品等。

1.3.2 历史洪水的调查访问

1.3.2.1 调查步骤

(1) 选择调查河段:调查河段应包括工程点及其可能的变动范围,尽量选择是老居民点和洪水痕迹较多的河段。

在满足以上要求的前提下,还要照顾到测量工作方便和推流方法对河段的要求。为此,所选择的河段应比较顺直,河床比较稳定,控制条件良好,没有大的支流汇入,没有回水、分流和壅水现象。

(2) 访问:访问工作是决定历史洪水成果质量的关键。访问的内容包括洪水发生年份、日期、洪水位、洪水过程以及相应的降雨情况、河道情况等。访问应结合历史上发生的较大事件及群众最易记忆的事件来启发。访问时尽可能多访问一些群众,对关系重大的洪水如有矛盾,应结合上下游或干支流作深入调查,合理判断。调查访问时调查人以两人以上为宜,访问的情况应尽量用群众原话或原意如实记录,并在现场仔细检查。

1.3.2.2 洪水发生年份及日期的调查方法

(1) 结合历史上发生的较大事件来联系,如水、旱、虫灾、战争等,往往给群众造成极深印象,可以联系到当时的生活情形来推算洪水发生的时间。

(2) 结合群众最易记忆的事件来联系,如年龄、属相、结婚、生孩子、死人、塌房子、搬家、庙会、收成好坏等,使其联系至涨水情况,进行推算,找出洪水发生年份。在结合群众婚、生、丧等大事调查时,应尽可能多找些旁证材料,以落实洪水发生的时间。

(3) 由民谚、刻字、记水碑、碑文、报刊、历史文献、老人账本、日记及修庙、建桥的碑文中来了解。洪水碑文一般可从古建筑物的门边、墙壁、屋柱、基石、石碑上面寻找,有时在渡口的天然岩石的石壁上也能找到。

(4) 根据上下游及邻近河流的历史洪水年份来间接确定。有时群众对祖辈传说的历史特大洪水,只能说出大体年代,具体年份说不确切,此时可根据上下游及邻近河流的资料来间接确定。

1.3.2.3 洪水痕迹的调查

(1) 洪水痕迹的位置应尽可能选在顺直河段,两洪痕点间的距离不宜过长。当调查河段两