第 1 章

绪　论

1.1 沉沙池的用途

沉沙池是用来沉降挟沙水流中有害或过多的泥沙，减轻下游渠道淤积，满足供水要求，以及在水利工程中减轻对水泵磨损和在水电工程中减轻对水轮机的磨损的一种水工建筑物，主要是利用沉沙池过流断面大、流速小、水流挟沙力很低的条件，使得水流中大于设计沉降粒径的泥沙得到沉降、出池含沙量得到减小。

随着社会进步和国家建设发展，水利水电工程沉沙池已不仅仅是为减轻输水系统淤积、水泵和水轮机磨损而设置，已逐渐在城市供水、工业供水、河道整治、淤培固堤、水沙资源调度、淤滩造地和水环境整治等方面得到应用和发展。

1.2 沉沙池设计基本资料

为了保证沉沙池设计质量，在进行沉沙池的规划设计时，应收集包括水文、气象、地形、地质、泥沙及相关专业资料。

1.2.1 地形资料

为选择沉沙池位置及其工程布置型式，应收集沉沙池所在地址的地形图。地形图的比例尺可据工程大小和工程所处位置的地形、地貌情况确定，一般根据不同的设计阶段及地形条件在 1/1000～1/200 范围内选取。地形图的施测范围必须大于建筑物占地面积，还应包括引渠、输水渠、相邻河道及相关建筑物的

需要全本请访问 www.ertongbook.com

范围。

1.2.2 工程地质及水文地质资料

为确定沉沙池及附属建筑物的稳定性，以及工程范围内包括边坡、基础处理等设计，应收集以下资料：

(1) 建筑物整体稳定性资料。沉沙池多处于山坡与河岸间的阶地上，应充分查明山体或河岸的稳定性，如需防护，应提出相应方案和措施的工程地质及水文地质资料。

(2) 建筑物地基资料。应查明沉沙池所处位置地层岩性、分布范围、承载力及有关物理力学指标，据此确定地基处理方案。

(3) 地下水位变化及水质对建筑物影响。当地下水位变化对建筑物稳定性有影响时，应根据地下水位变化及地层的透水性，提出地下水位变化高程及范围，并根据工程要求，提出防护或改善措施，同时提出施工期开挖排水方案所需相关资料。根据水质情况，说明其对建筑物的侵蚀性质。

1.2.3 水文资料

当沉沙池出口为天然河道时，出口处天然河道水位流量关系是确定水力冲洗式沉沙池冲洗水头和沉沙池各部位高程的基本资料，通过资料分析给出沉沙池出口处不同频率的天然河道水位流量数据，以求合理地确定沉沙池各部位的设计高程。当沉沙池边墙临近天然河道时，应通过调查分析给出不同频率的河道水面线，以满足沉沙池防洪要求，并计算作用在边墙上的外水压力，以及河水位变动对沉沙池建筑物的作用和影响。当临近山洪沟（溪）的洪水对沉沙池有影响时，应通过调查、分析和计算确定相应的标准洪水流量。

1.2.4 泥沙资料

(1) 应收集引水河流的实测悬移质含沙量、颗粒级配（包括分析方法）资料，通过分析确定沉沙池入池含沙量和颗粒级配。同时，要了解颗粒级配分析方法，以便选用相应的沉速公式计算泥沙颗粒沉速。

(2) 对于泵站和水电站沉沙池，还应收集悬移质泥沙矿物成

分和硬度资料。泵站和水电站沉沙池的功能是为减少粗粒径悬移质泥沙对水泵、水轮机的磨损危害。收集天然河道悬移质泥沙矿物成分和硬度资料，可作为水泵、水轮机材质选择的重要依据。

1.2.5 沉沙池引水口处河流污物调查研究

调查研究沉沙池引水口处天然河流污物来源、时间分布和污物特征，以求合理地确定拦污、清污设施布置、栅格尺寸及沉沙池水位等。

1.2.6 气象资料

应收集沉沙池所在地区包括年、月平均气温，最高、最低气温（发生年月），冰冻期及冻土深度，河流冰情和水温等资料。

1.2.7 其他相关专业资料

为了研究沉沙池设计标准、规模、总体布置，评估其效益，应根据工程要求全面核定以下相关资料：

(1) 水位。通常沉沙池位于引渠和输水道之间，沉沙池的正常水位除满足沉沙、排沙效率要求外，还与引渠和输水道水位衔接，形成枢纽工程的特征水位。所以，沉沙池正常水位应与引渠和输水道正常水位综合比较确定。

(2) 设计供水工作流量及其过程。应通过调查研究和分析，确定沉沙池工作流量，若工程分期实施，还应确定远期（或中期）的工作流量。如果分期供水流量相差较大，宜考虑分期实施的工程布置。工作流量过程也是影响沉沙池规模的重要因素，如汛期的工作流量虽较小，但若引水含沙量较大且对沉沙池的规模起到控制作用，则以汛期沉沙池工作流量来设计，使沉沙池既满足汛期引水期又满足非汛期引水期的供水要求。

(3) 引水渠及输水道水流挟沙力。由于沉沙池经由引渠引水，出水流向输水道，沉沙池的设计引水含沙量及出池含沙量应分别与引渠和输水道的挟沙力相协调。

(4) 水泵或水轮机耐磨性能。当沉沙池是为泵站或水电站而设置时，为了分析判定沉沙池的泥沙沉降率设计标准，应收集有关水泵、水轮机过流部件的耐磨性能、抗磨措施和大修间隔，以

及水泵单级扬程或水轮机工作水头等资料。

(5) 有关灌区设计资料。对用于灌溉渠道的沉沙池而言，灌区渠系布置、干支渠水流挟沙力、灌区土壤粒径、灌区调节水库、灌溉效益及环境评价等，与沉沙池的设置标准和规模直接相关，应在灌区规划设计的基础上论证沉沙池设置的必要性及其设置标准。

1.3 入池设计含沙量及颗粒级配选用

入池含沙量及颗粒级配是沉沙池设计的重要依据，称入池设计泥沙特征值。许多已建沉沙池是使用河流泥沙特征值作为入池设计泥沙特征值，常采用年平均或汛期平均河流含沙量作为入池设计含沙量，这种方法与沉沙池实际运行有较大差别，因为沉沙池的用途和运行方式是不同的，引水期内不同引水时段的引水流量和含沙量也是变动的，若采用引水期平均入池含沙量作为入池设计含沙量，去掉非引水时段的数值，则较为合理些。当汛期引水含沙量是控制条件时，可取汛期引水时段的平均含沙量为人池设计含沙量。当然，合理的引水口布置会使进入引渠、沉沙池的含沙量小于天然河道含沙量，在 SL 269—2001 中忽略了该作用影响，偏于安全（若有充分论证，进入沉沙池的含沙量比天然河道含沙量小许多，则另当别论），即按取水枢纽引水期或汛期引水期的天然河道逐日平均含沙量和逐日引水流量统计。可按式(1-1)、式(1-2)计算时段平均入池含沙量：

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{T} Q_i S_i}{\sum_{i=1}^{T} Q_i} \tag{1-1}$$

$$Q_i = \begin{cases} Q_n & (Q_n \leqslant Q_d) \\ Q_d & (Q_n > Q_d) \end{cases} \tag{1-2}$$

式中 S——时段平均入池含沙量（kg/m^3）；

S_i——天然河道日平均含沙量（kg/m^3）；

Q_n—— 天然河道日平均流量（m^3/s）；

Q_d—— 设计引用流量（m^3/s）；

Q_i—— 实际引用日平均流量（m^3/s）；

T—— 时段天数。

在 SL 269—2001 中还提出，应根据沉沙池类型、供水特点和河流输沙特性，在满足供水保证率的前提下，结合引水枢纽布置，以经济合理的原则，通过分析论证，选用有代表性的入池悬移质泥沙含沙量及颗粒级配作为沉沙池入池设计泥沙特征值。下面介绍一些工程实例供参考。

山东引黄济青工程、四川渔子溪一级水电站等沉沙池均采用沉沙池引水时段多年平均含沙量和泥沙颗粒级配值作为沉沙池入池设计泥沙特征值。

为灌溉和工业供水的禹门口渠首沉沙池，系从黄河禹门口取水，据禹门口水文站观测资料分析，多年平均含沙量 $33kg/m^3$，汛期平均含沙量 $52kg/m^3$，瞬时最大断面含沙量 $933kg/m^3$，丰沙年和平沙年的日平均含沙量大于 $120kg/m^3$ 的时间约为 22～23d／年。根据供水保证分析确定入池含沙量标准：当引水含沙量大于 $120kg/m^3$，沉沙池停止运行，灌溉供水暂停，工业供水由调节池补给；当引水含沙量为 100～$120kg/m^3$，沉沙池工作流量 $6m^3/s$，仅供工业用水；当引水含沙量为 80～$100kg/m^3$ 时，沉沙池工作流量 $10m^3/s$；当引水含沙量小于 $80kg/m^3$ 时，沉沙池工作流量 $21m^3/s$。采用汛期多年平均泥沙粒径为人池设计泥沙粒径。

引黄济青工程的引水期为冬春季 11 月下旬至 3 月中旬，采用利津水文站在引水期的多年月平均含沙量 $6.7kg/m^3$，相应入池泥沙 $d_{50}=0.03\sim0.035mm$（粒径小于 0.025mm 占 40%，小于 0.005mm 占18%）。

山西浪店引黄工程沉沙池设计入池含沙量为 $50kg/m^3$，山西大禹渡沉沙池设计入池含沙量为 $52kg/m^3$，内蒙古小沙湾引黄工程沉沙池设计入池含沙量为 $80kg/m^3$。以上三处工程的引水流量均小于天然河道逐日平均流量，采用汛期平均泥沙粒径为设计人

需要全本请访问 www.ertongbook.com

池泥沙粒径。

四川渔子溪一级水电站沉沙池，仅在汛期运用，选用多年汛期平均悬移质颗粒级配作为设计入池泥沙粒径。排沙廊道输沙能力的复核，原考虑选用历年最大日平均含沙量 $54.7kg/m^3$，鉴于出现机会较少，为减少排沙流量，采用 $35kg/m^3$ 作为复核值。沉沙池运行 20 多年以来，粒径 $d \geqslant 0.25mm$ 实测沉降率与设计值吻合，也未曾出现廊道堵塞现象。

西藏羊卓雍湖水电站的沉沙池为定期冲洗式沉沙池，为保证沉沙效果，采用多年汛期平均悬移质颗粒级配作为确定沉沙池主要尺寸的依据，选用粒径组成偏粗的实测悬移质级配作为沉沙池冲洗设施和排沙建筑物的设计依据。

1.4 沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准

工程实践证明，多沙河流上的引水式水电站、引水灌溉工程以及工业、城市供水工程等，设置沉沙池处理水流中的泥沙，是提高供水保证的有效措施。通常，沉沙池是引水枢纽工程的组成部分，它的设置及规模将直接影响枢纽工程的投资规模。因此，是否设置沉沙池，应根据工程任务、供水特点、河流泥沙特性、泥沙可能带来的危害程度，经分析论证、经济比较后确定。

我国地域辽阔，各流域水系的水沙状况差异较大，水利工程与水电工程沉沙的设计标准也有很大不同。根据我国已建沉沙池的经验，分别提出水利工程沉沙池和水电站沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准（不含放淤工程）。

1.4.1 水利工程沉沙池设置条件及泥沙沉降设计标准

由于各灌区的水土资源不尽一致，沉沙池的泥沙沉降设计标准也难以一致。设置沉沙池的标准应根据综合利用水沙资源、合理解决渠道淤积和改良土壤，以及设备正常运行等问题，通过技术经济分析的原则来确定。根据国内工程实践，本书作者分别对

自流灌溉工程沉沙池和提水灌溉泵站沉沙池的设计标准进行了研究，概述如下。

1．自流灌溉沉沙池

自流灌区的沉沙池一般位于渠首，水流经沉沙池后，大部分大于设计沉降粒径的泥沙得到沉降，出池泥沙粒径得到细化并减少了含沙量，使输水设施得到正常运行。从多沙河流引水灌溉，必然要引入泥沙，这就所谓引水必引沙，关键是合理分配水沙资源，使泥沙得到合理利用。根据河南人民胜利渠 30 年灌溉运行经验[1]，沉沙池拦截 36%，各级渠道（干、支、斗）淤积（清除）22%，田间及农毛渠落淤 20%，排水系统和卫河清淤分别为 5%和 17%。粒径很细的粉沙（0.05～0.005mm）淤积到田间，具有改良土壤的效果。人民胜利渠 30 年灌溉实践证明，原来曾经顾虑的沙化问题是不存在的。

陕西渭河灌区、河南人民胜利渠灌区和山西汾河灌区的灌溉实践均已表明，含有有机质的泥沙淤在田间，对作物增产十分有利。表 1－1 为人民胜利渠东三沉沙池出口及东一干三支一斗淤积泥沙中的有机质及肥力含量成分。

表 1－1　　人民胜利渠东三沉沙池出口及斗渠泥沙中肥力测定

断面位置	平均粒径（mm）	有机质（%）	全　氮（%）	碱解氮（$\times10^{-6}$）	速效氮（$\times10^{-6}$）	速效钾（$\times10^{-6}$）	备　注
东三沉沙池出口	0.0695	0.053	0.007	12	2	51	
5＋200	0.0282	0.130	0.028	15	4	60	
6＋000	0.0239	0.441	0.026	61	7	103	表层
6＋000	0.0214	0.480	0.028	16	6	132	表层
7＋000	0.0184	1.070	0.013	51	20	360	

人民胜利渠东三沉沙池出口及斗渠泥沙中含有有机质和肥力的泥沙淤积在田间渠道农毛渠中，由于渠道断面小，清淤容易，清出来的泥沙可撒到田间或作他用，实地调查看不到农田渠畔有堆沙现象，虽然放水灌溉前要清理一次渠道，但农民已把此项工

作纳入农事活动的日程内。合理的水沙调配，可使粗粒沉在沉沙池中，干支渠输沙平衡，细粒输到田间农毛渠中。

根据人民胜利渠的经验，淤积下来的泥沙是随时间和位置变化的：夏肥冬瘦，泥肥沙瘦，淤在斗渠的泥沙瘦。淤在田间的泥沙养分含量有明显增高，这显然和粒径组成粗细是紧密联系的。

人民胜利渠对高产农田土壤颗粒分析结果，土壤平均粒径的范围在 0.0241～0.0318mm，粒径大于 0.05mm 的占 11.3%～21.7%[2]。人民胜利渠曾用沉沙池处理汛期含沙量超过 25kg/m^3 的汛期沙峰，小于 25kg/m^3 的直接引入灌区，汛期引水平均粒径 0.014～0.028mm ，非汛期引水平均粒径 0.03～0.045mm ，沉沙池处理大于 0.05mm 的泥沙，出池泥沙平均粒径与农田土壤平均粒径基本一致。

山西省尊村和夹马口灌区的渠首由于没有设置沉沙池，造成干渠淤积非常严重，致使干渠输水能力达不到设计要求。从干渠淤沙粒径分析，粒径大于 0.05mm 的沙重百分率为 87%～97.8%.

可见，沉沙池的作用是沉降挟沙水流中泥沙颗粒大于允许粒径的泥沙，黄河中、下游灌溉工程沉沙池的设计出池泥沙允许粒径以不大于 0.05mm 为宜（参见表 1－2），此粒径即为设计粒径。

表 1－2　　国内部分水利工程沉沙池设计标准统计

沉沙池位置	设计标准			
	设计最大入池含沙量（kg/m^3）	设计出池含沙量（kg/m^3）	入池粒径 d_{50}（mm）	出池粒径 d_{50}（mm）
内蒙古小沙湾	60～80	20		
山西禹门口	80	50～30	0.04～0.054	＜0.05
山西浪店	50	15（汛期），10（非汛期）	0.02～0.059	＜0.05
山西大禹渡	30	12～7	0.02～0.069	＜0.04

续表

沉沙池位置	设计标准			
	设计最大入池含沙量（kg/m^3）	设计出池含沙量（kg/m^3）	入池粒径 d_{50}（mm）	出池粒径 d_{50}（mm）
河南境内	30	7（汛期），4（非汛期），2（远输水）	0.03～0.057	＜0.05
引黄济青	14	1.5	0.03～0.035	0.003～0.004

出池设计含沙量除与粒径有关外，主要取决于排灌渠系允许挟沙力，就我国已建自流灌溉的沉沙池而言，一般出池含沙量多在 $20kg/m^3$ 以下，个别达到 $30\sim50kg/m^3$，最小控制在 $1kg/m^3$ 左右。如黄河下游由于渠道纵坡为 1/10000～1/5000，出池含沙量为 $2\sim4kg/m^3$。所以在 SL 269—2001 中，对自流灌溉沉沙池的出池设计含沙量未作硬性规定，应根据灌排渠系允许挟沙力和灌区土壤改良要求，通过技术经济分析后确定。

2. 提水灌溉泵站沉沙池的出池标准

多沙河流提水的灌溉工程，除泥沙的危害性与自流灌溉工程一致外，泥沙对水泵的磨损尤为突出。泥沙对水泵的磨损，除增加能源耗量外，还严重影响泵站正常运行，干扰工程效益的正常发挥。减轻水泵磨损的途径很多，如从工程措施、水泵设计（材质和非金属涂料）等方面考虑，可结合自流灌区沉沙池的出池标准，通过以下研究分析确定提水灌溉泵站沉沙池的出池标准：

（1）水泵磨损因素。含沙高速水流流经水泵通流部件，使部件材料表面受到泥沙磨擦或碰撞，发生破坏而离去，称为泥沙磨损，简称磨损。在空化条件下，含沙水流中的小粒径泥沙随空泡溃灭形成的微小高速射流，冲击材料表面造成的材料损失，称磨蚀。鉴于磨蚀情况十分复杂，非本书所涉，这里主要针对磨损来讨论。

影响水泵磨损的因素有沙粒硬度、粒径大小、沙粒形状、含

沙量、水流速度和材质等，前四项属于泥沙因素，后两项属于水力和材质因素。

1）硬度。含沙水流中的沙粒流经水泵通流部件，在接触处产生碰击或相对运动的摩擦，硬度低的部件材料将会被硬度高的沙粒磨损。如黄河沙粒中，长石（邵氏硬度 6）和石英（邵氏硬度 7）的含量约占 90% 以上，相应的显微硬度约为 6100～8200N/mm^2，远大于硬度约 1300N/mm^2 的不锈钢材质，陕西东雷和南乌牛泵站，虽改用不锈钢材质，也难以承受黄河沙粒磨损。

2）粒径及形状。沙粒对水泵部件磨损与粒径大小及其形状有关。众所周知，泥沙粒径愈大，对水泵部件的磨损愈大。由于泥沙颗粒形状不规则，磨损中对形状的定量分析是困难的，但颗粒形状可以颗粒球形度 $\Phi = A_p/A_s$ 表示，A_p 为球体的表面积，A_s 为颗粒的表面积；标准球形的表面积最小，以球形为标准，圆球体的球形度 $\Phi = 1$；有夹角沙粒的 $A_s > A_p$，即 $\Phi < 1$。可在一定程度上认为粒径愈小，它的球形度愈接近于 1，即大致认为粒径大小在一定程度上反映了表征其球形度的形状。球形度较小的粗粒沙进入水泵后，在高速水流中运动，部分粗粒的运动速度大于液体速度，作用在承磨面上的动能较大，磨损度较大；反之，球形度较大的细颗粒泥沙在高速水流中运动，由于粘滞性影响，颗粒运行速度相对较小，作用在承磨面上的动能较小，磨损度较小。根据黄河沙（$d = 0.007 \sim 1.0$mm）对 A_3 钢和 30 号铸钢件的磨损试验（在 NMS－2 型强迫绕流试验装置上，转轮直径 250mm，含沙量 20kg/m^3，转速 1200～1300r/min）[3]，每种沙粒磨损历时 24h，以每小时的失重量作为磨损强度，以 $d = 0.35$mm 的磨损强度为 1，其他颗粒磨损强度与其相比，得到相对磨损强度 kd，绘制 $kd—d$ 曲线（图 1－1）。由图 1－1 可见，颗粒愈大，相对磨损愈大，当 $d > 0.05$mm 磨损强度增长较快。图 1－1 反映了沙粒粒径大小与磨损的关系，也在一定程度上阐释了其形状因素。

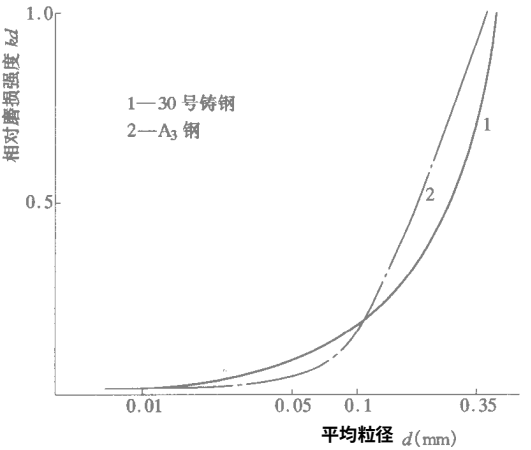


图 1-1 磨损强度与泥沙平均粒径的关系

3）含沙量。试验资料表明，含沙量在 35kg/m³ 内，磨损与含沙量呈正比（图 1-2）[4]。黄河提水灌溉工程的实践表明，尽管黄河泥沙粒径汛期的要细于非汛期的，但提水泵站的水泵在汛期中的磨损程度大于非汛期的磨损，说明汛期含沙量大于非汛期含沙量许多，起到主导作用，是水泵磨损中的重要因素。

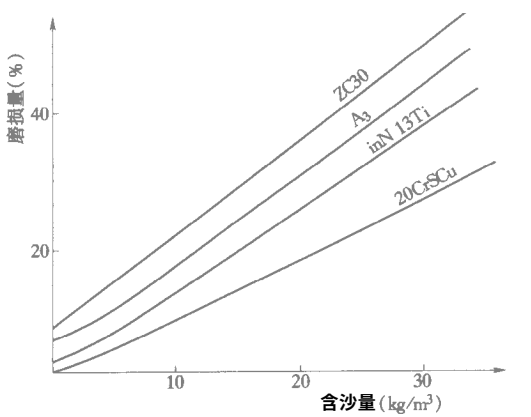


图 1-2 磨损量与含沙量关系

需要全本请访问 www.ertongbook.com

含沙量大小不仅对水泵过流部件产生磨损，影响流量、扬程、效率和轴功率等性能指标，甚至未曾磨损的水泵，也会因含沙量不同，导致上述指标发生改变。清华大学水机教研室取黄河沙 $\gamma=2.69\text{t/m}^3$，$d_{50}=0.057\text{mm}$，$d_{\max}=0.5\text{mm}$，分别以含沙

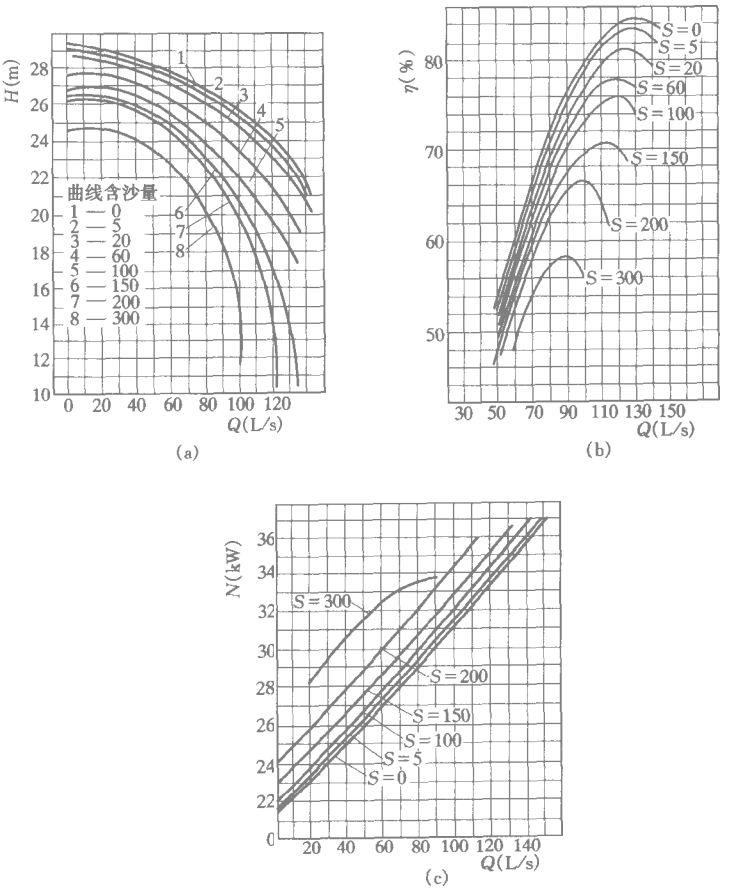


图 1-3　10SH-13 型水泵不同含沙量的性能图

（a）不同含沙量时 10SH-13 水泵的扬程曲线；

（b）不同含沙量时 10SH-13 水泵的效率曲线；

（c）不同含沙量时 10SH-13 水泵轴功率曲线

量 5kg/m³、20kg/m³、50kg/m³、100kg/m³、……300kg/m³ 对 10SH－13 型水泵进行试验，由图 1－3 可见，扬程随着含沙量增加而降低，在小流量时降低较少，大流量时降低较多。可见，含沙量对效率、流量和轴功率均有较大影响。

图 1－3 中的水泵性能是由未经磨损的新泵所得，在浑水中运行的水泵，它的效率是随磨损时间不断改变的。据 2BA－6 型离心泵（材质为普通铸铁）用大禹渡所取黄河沙试验（$d_{50}=0.06\text{mm}$，$\gamma=2.68\text{t/m}^3$），在含沙量 $S=100\text{kg/m}^3$ 条件下，经 100h、200h 和 300h 试验说明，含沙水流对水泵磨损，使其效率随时间延长而不断下降，相应的磨损失重率和水泵最高效率的下降率见表 1－3。

表 1－3　2BA－6　型水泵磨损失重率及效率下降率

磨损时间（h）	叶轮失重率（%）	口环失重率（%）	最高效率下降率（%）
100	8.2	21.6	6.93
200	16.5	44.4	16.06
300	24.3	66.5	20.60

4）速度。速度是水泵磨损的外因，没有速度就没有泥沙和水泵部件的相对运动，也就没有磨损。以水泵的圆周速度为表征，设水泵出口线速度为 U，水泵单级扬程与叶轮出口线速度 U 成正比，扬程愈高，速度愈大，磨损愈严重。速度大小可以扬程 H 为表征，在相同的水沙条件下，高扬程水泵比低扬程水泵的磨损严重，工程实际情况即已表明。

通过以上磨损因素分析，水泵磨损程度与水泵设计单级扬程、含沙量、泥沙粒径、泥沙硬度和磨损时间呈正比关系。假定水泵设计、制造水平相同，对某种材质的水泵磨损率可写成式（1－3）：

$$\Delta G = KH^m\rho^n d^v P^z T^y \qquad (1-3)$$

式中　ΔG——磨损速率（cm^3/h）；

H——水泵扬程（m）；

ρ——含沙量（kg/m^3）；

d——泥沙粒径（mm）；

P——泥沙硬度；

T——磨损时间（s）；

K——综合系数；

m，n，v，z，y——指数。

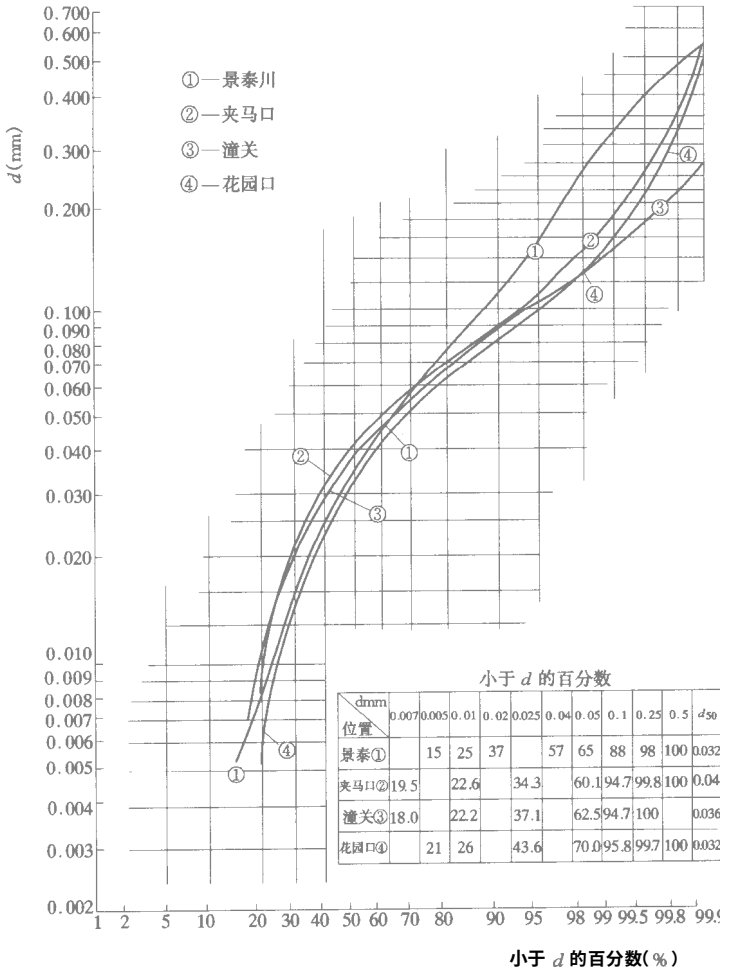
当水流泥沙的粒径和硬度一定的条件下，式（1－3）可简化为：

$$\Delta G = KH^m\rho^nT^y \qquad (1-4)$$

由式（1－4）可见，经沉沙池沉降后的水流，出池的过泵泥沙控制在一定标准范围内，则影响水泵磨损的主要因素可简化为过泵含沙量、水泵单级扬程和磨损时间。

（2）设置条件及设计标准。通过上述分析可见，当含沙水流的泥沙粒径和硬度在一定范围内，影响水泵磨损的主要因素是水泵扬程、含沙量和磨损时间。虽然我们作了如此简化，但对水泵的磨损程度、效率变化及磨损时间仍不能给出计算公式，惟有通过已建工程的运行调查研究来解决。据此，我们对黄河上、中、下游10余座大中型泵站的水泵磨损进行了调查研究。这些泵站的引水河段的汛期（7～9月）泥沙粒径d_{50}在0.03～0.05mm，最大粒径为0.52mm（见图1－4），汛期平均含沙量0.5～61kg/m^3，泵站单级扬程5～100m，这些参数基本上覆盖了黄河流域引水泵站的过泵泥沙特征，也是我国灌溉提水工程中水泵磨损最严重的表征。各泵站磨损程度见表1－4。

灌溉泵站一般在春灌、夏灌和冬灌中启用，每段灌溉历时天数随旱涝情况而定，有几天到几十天不等，如山西夹马口泵站全年抽水天数在37～272d不等，平均每年运行天数约165d，与山西汾河灌区的灌溉天数相近，相当于运行2325h／台，考虑到灌溉泵站有较长时间集中进行检修的条件，当前可取大修时数为2500h。



位置 \ dmm	0.007	0.005	0.01	0.02	0.025	0.04	0.05	0.1	0.25	0.5	d_{50}
景泰①		15	25	37		57	65	88	98	100	0.032
夹马口②	19.5		22.6		34.3		60.1	94.7	99.8	100	0.04
潼关③	18.0		22.2		37.1		62.5	94.7	100		0.036
花园口④		21	26		43.6		70.0	95.8	99.7	100	0.032

图 1-4 各泵站汛期泥沙粒配图

根据水泵磨损后的效率或流量下降超过 20%和大修期为 2500h，由表 1-4 中 10m 以上离心式水泵的实际运行情况，绘制出的离心泵扬程与含沙量的磨损关系图（图 1-5），可作为提

表 1－4　　水泵磨损调查统计表

序号	站　名	时　段	水泵型号	单泵流量 (m^3/s)	地形扬程 (m)	含沙量 (kg/m^3)		主要部件磨损时间 (h)			备　注
						汛期	全年	叶轮	口环	下导	
1	三角城		32SA－10	1.4	42	5.3	3.1	4500			流量下降 20%
2	景泰川一级		32SH－9	1.85	74.5	9.6	6.4	3000			流量下降 20%
3	尊村三级		48SH－22A	2.25	9.1	24		2500			
4	尊村二级		32SH－13	1.52	29.3	32		2400			耗电 4.18～5 kW·h/(kt·m)
5	龙行二级		24SH－13	0.90	39.5	30		2500			
6	邙　山	1987 年沉沙后	24SH－19	0.80	32	＜10		5000 以上			
7	邙　山	1982 年～1986 年	24SH－19	0.80	32	22.4	15.3	3000			引水含沙量较低年份，1984 年采用 XCA 高弹抗磨材料
8	大禹渡一级	1990 年夏浇	20SH－19	0.56	22	52	33.8	2400	800		
9	大禹渡二级	1990 年 7.17～8.14	10KD－9×2A	0.24	193.2	52	33.8	500	600		沉沙池不沉沙情况下
10	风陵渡		20SH－28	0.5	11.6	61	28	1500			

续表

序号	站　名	时　段	水泵型号	单泵流量 (m^3/s)	地形扬程 (m)	含沙量 (kg/m^3)		主要部件磨损时间 (h)			备　注
						汛期	全年	叶轮	口环	下导	
11	小樊二级		24SH-13	0.88	48.6	40	32	1500	400		
12	小樊一级		24SH-28	0.94	18.2	52		1100	400		流量下降 35%
13	大禹渡二级	1974 年运行	10KD-9×2A	0.24	193.2	12～7		4000			1974 年经沉沙池沉沙
14	夹马口		24SA-10	0.90	70	52	33	650	200		流量下降 39%
15	东雷二级		KD_2-100×2 (H_2)	2.2	215.8	52	33	700	300		
16	南乌牛二级		KD_2-100× (H_4)	4.4	103.6	52	33	780	300		
17	邙　山	1974 年无沉沙池	20SH-9A	0.63	33	39.4	22	800			效率下降 25%
18	包钢水源站		PV11×2	1.9	7.0	7.6	5.6	2000		1500	
19	田　市		56ZLB-85	6.3	4.9		33	4000		500	
20	尊村一级		64ZLB-50	7.4	7.0	52	33			200～900	下导未水封的水泵
21	花园口东站		20ZLB-70	7.0	6.5	35	24.7			600	

注　1～17 为离心式水泵；18～21 为轴流式水泵。

需要全本请访问 www.ertongbook.com