

® 建筑给排水 ®

屋面雨水系统研究的回顾

王 继 明

提要 根据目前屋面雨水排水系统的工程实践和科技发展情况,结合过去的试验研究,阐述了雨水系统的泄水量与管内的流态变化情况。并对现行规范中的雨水斗,雨水立管的排水能力提出了修正建议。

关键词 雨水斗 斗前水位 重力流 有压非满流 重现期 溢流管

建国初期,全国各地建造了很多工业厂房和大型建筑,此类建筑屋顶面积大而曲折,屋面降水须由雨水管道排除。那时建筑的雨水系统有的是国内设计的,但大多数是国外援建的。在使用中,每逢雨季管道排水不畅,很多厂房发生屋面积水,甚至由天窗翻到厂房内;有的还存在从厂房内地下检查井向外冒水等水患问题,淹没地面,损坏机械设备与产品,造成停产整修,极大地影响了生产、生活及建筑物安全。根据调查资料统计,全国约有 70% 以上的工厂,不同程度地存在雨水水患问题,每年由水灾造成的经济损失巨大,亟待解决。此项严重问题,引起了有关部门的关注,1962 年建工部拨款进行雨水管系统的试验研究。由室内给水排水规范管理组组织筹划,在清华大学给水排水实验室进行研究试验。参加的有清华大学给排水教研室,一机部一院、八院,建工部工业设计院和规范组等单位。由于“文革”的影响,先后共进行了 3 次试验,较长期而有系统的有 2 次,短期验证性试验 1 次。在研究过程中,将试验部分成果,应用于前北京电机厂及北汽二辅件厂冒水管道的改造工程。在雨季中通过监测,雨水排泄通畅,达到设计要求,试验改造工程取得成功。此后边试验边将成果应用于工程上。研究工作于 1986 年完成,次年通过鉴定。研究成果、技术措施纳入(GBJ 15 - 88)中。实践工程证明近 20 年来,厂房屋水管系统排水正常,以前发生的水患问题得到解决,为国家节约了大量财富。

先说明一点:(GBJ 15 - 88)及《建筑给水排水设计手册》中,雨水管设计均采用“重力流”设计法,而管内实际水流是有压非满流,因此 $Q_{\text{设}} < Q_{\text{实}}$,即能排除一定的超重限期的雨量,运行是较安全的。一

般称为重力流。而此次规范修订时,提出用污水设计方法也称重力流,为避免混淆,将前者暂改为有压非满流,后者称为重力流,文中均按此区分。

下面结合建筑雨水管系统多年的实用情况和近年来雨水排水技术发展,将以前雨水管的研究,进行简要回顾,对今后的设计研究工作可能有所裨益。

1 建筑雨水排水系统的组成部分

图 1 绘出典型的多斗雨水管道系统,其中 2~6 常称为架空部分,其余称为埋地部分。为了节省篇幅,本文现仅讨论架空部分。为了试验研究观测方便,系统最好采用有机玻璃材料。

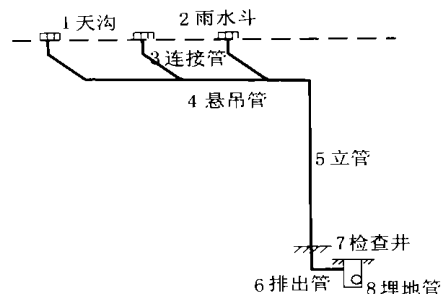


图 1 多斗雨水管系统

2 试验研究概况

2.1 管道系统中的水流概况

由循环供水系统将模拟雨水量配送给天沟雨水斗,水量由小等量递增,直到管道系统满流为止。在不同配水量下,量取管道中各测点的水位、水压、流速及水中掺气量等数据,同时观察管内的水流状况。

在小流量时,天沟水深很浅,斗前水位较低,水通过斗的拦污整流栅后,顺利地流入斗中,水流在斗内形成漏斗状水舌,斗内为大气压;水下流通过较短的连接管排入悬吊管内,在管中形成较薄层流,水

流平稳,压力仍为大气压;水流为以管坡流动的重力流;水继续下流入立管后,沿管壁下落形成附壁流,管内仍为大气压;水再下流入排出管后进入埋地管检查井中。

当流量增加,天沟雨水斗前水位增高,水流在斗内水舌的空心部分逐渐缩小,直到封闭,斗内出现负压,水流开始掺气,在悬吊管内可以看到水流中含有气泡,水流开始波动,流速加快,水流动一段后,气泡溢出水面,成为水气分层流;水流入立管后,附壁流层增厚,逐渐脱离管壁下落,流速增大,水流波动,随即通过排出管流入检查井中。

配水量再行增加,斗前水位继续升高水位波动加剧,水面出现旋涡,并伴有抽气声,斗内负压增大,掺气加大;水下流入悬吊管,水中夹带大量气泡,管内负压继续加大,流速加快,水流波动紊流,并时有水气冲击流;水流入立管后,出现水气段相间下落的柱塞流,流速继续增加,水流波动剧烈,管内上部为负压,下部为正压,交替处的过渡点为大气压,即所谓压力零点;水流通过排出管受阻碍,流速降低,产生水跃后流入检查井。

当流量再增加,斗前水位上升很快,流速增大,管内负压也加大,掺气减小,水流含有大量极小气泡,水流呈现乳白色的气泡流,立管和排出水流情况也类似。

如流量再增加,斗前水位迅速升高,斗内水流掺气很少或不掺气,悬吊管内达到满流,水流较平稳,呈现透明的水一相流。管末端负压值达到最大值,此时立管和排出管内亦为水一相流,立管上端下端压力均为最大值,零压力点亦处于立管上最高点。排出管内为正压并沿流向逐渐降低,到达检查井中为大气压力。

2.2 管道系统的分析计算

2.2.1 雨水斗

雨水斗是雨水系统的唯一进水口,雨水流入斗的方式:有周边式、平面式、侧面式及斗顶是否封闭等不同形式而分成各种斗型和不同规格。在研究中,我们采用了在国内能收集到的和自行设计的有十余种斗型,测试了各种斗前不同水位时的泄水量、掺气量和斗内产生的压力值等数据。试验表明,斗型不同,其水流状态、泄水量、掺气量及斗内压力情

况等也各异,但构造形式类似的斗,则各项参数大体相近。在测试中,当斗前水位 H_1 较低时,斗的泄水量 q_w 很小,水流在斗内形成漏斗形水舌,斗内为大气压,水流类似环形堰流,可以视为重力流,如图 2 的 0a 段。由于 q_w 较小,无使用价值;当 q_w 再增加后,水舌内气孔逐渐缩小而至封闭,斗内产生负压 H_2 ,水流开始吸气,形成掺气水流。此后随着 q_w 的增加, H_1 及 H_2 增大, $q_w \sim H_1$ 曲线由 0a 过渡到 ab 段, H_1 增加较缓, H_2 增加很快,见图 3。由此可知, q_w 是在 H_1 和 H_2 共同作用下产生的。 q_w 再增大不多,则斗前水位迅速上升,由 ab 过渡到 bc 段, H_1 增加很快而 H_2 增加很少或不增加,水流基本不掺气,说明 b 点是能提供的最高 H_1 值。bc 区段不能在设计中使用, b 点为雨水斗泄水量的临界点。根据 H_1 和 H_2 的关系,可导出雨水斗的泄水量计算式(1)。

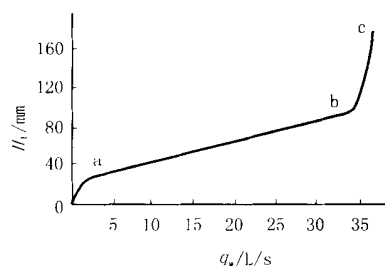


图 2 $q_w \sim H_1$ 曲线

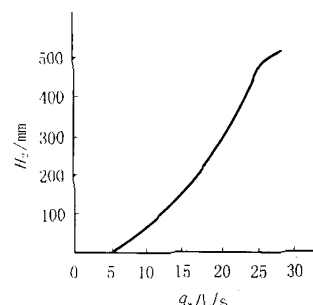


图 3 $q_w \sim H_2$ 曲线

$$q_w = \mu F \sqrt{2g(H_1 + H_2)} \times 10^{-3} \quad (1)$$

式中 q_w ——斗的泄水量, L/s;

μ ——流量系数;

F ——斗的出口面积, m^2 ;

H_1 ——斗前水位高, m;

H_2 ——斗内负压, m。

在试验中,当天沟高度为 12.6 m 时, $d100$ 斗的

水位高 80 ~ 85 mm, 65 型斗或 79 型斗 (现称 87 型) q_w 可达 30 L/s。如天沟高度再增高时, q_w 还要增大, 目前规范中规定 $d100$ 斗的 q_w 为 12 L/s, 这个流量值正处于掺气量最大区内, 对发挥斗的排水能力不利, 见图 4。根据试验及有关资料, 可将斗的泄水量 q_w 适当提高, 例 $d100$ 斗 q_w 建议提高到 15 L/s, 则掺气量可减少 20%, 对管道运行是有利的, 建议提高 q_w 值见表 1。

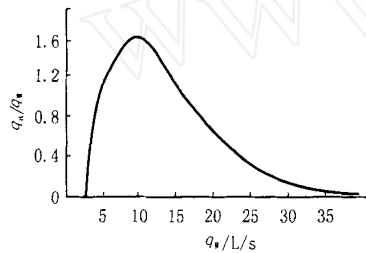


图 4 $q_w \sim q_d/q_w$ 曲线

表 1 一个雨水斗的允许泄水量

| 雨水斗直径/mm | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 |
|---------------|-----|------|-------|-------|-------|
| 规范(手册)泄水量/L/s | (3) | (8) | 12 | 26 | (40) |
| 建议泄水量/L/s | 3~5 | 8~10 | 15~20 | 30~45 | 60~80 |

注:表中数值低层建筑可用下限,高层用上限。

雨水斗虽不是精密的排水设备,但它却是雨水系统中的关键部件。其形式可以决定排水系统的流态。如 65 型、87 型斗以及以前常用的北京型、华东型等(在试验中试过),都是拦污与整流合为一体。构造较为简单的排水斗,一般都直接设在天沟或屋面较低处,属于有压非满流系统的雨水斗。参考目前英、美、日、俄和其他国家所用的斗型也基本上属于此类型的斗;虹吸流系统斗要应用双层沉降式雨水斗;重力流系统须用重力流式雨水斗,没有这样的斗,重力流就无法实现,终将成为有压非满流或满流系统。

目前设计应用的有压非满流系统,重现期 P 的水位应在图 2 $q_w \sim H_1$ 曲线的 ab 区段内,系统排除设计重现期 P 的雨水量时,即在非满流负压下运行;当超过设计重现期 P 时, q_w 增大, q_a 减小,管道系统可过渡到满流排水,可排除超过设计重现期 P 的雨水量。现在 $d100$ 斗的设计泄水量用 12 L/s,按建议的泄水量为 15 L/s,而试验中不掺气时可达 30 L/s,即超过 2 倍以上,斗的排水潜力是很大的。若以北

京市暴雨强度公式估算,先算出不同重现期 P 的雨水量,然后与设计重现期 P 为 1 年、3 年、5 年的雨量相比较,可求出超过设计重现期 P 的雨水量倍数见表 2。

表 2 北京市不同设计重现期 P 降雨量的相关倍数

| 设计 P/a | 降雨量 /L/(s·100 m ²) | P/a | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 1 | 3.23 | 1 | 1.38 | 1.57 | 1.81 | 2.06 | 2.20 | 2.30 | 2.38 |
| 3 | 4.48 | | 1 | 1.13 | 1.31 | 1.48 | 1.58 | 1.66 | 1.71 |
| 5 | 5.06 | | | 1 | 1.16 | 1.31 | 1.40 | 1.47 | 1.52 |

如超重现期 P 雨量按 1.6 倍计,则设计重现期 P 为 1 年时,可能排除 P 为 5 年的雨量;设计 P 为 3 年时,可能排除 30 年的雨量等。这仅说明现用的设计方法有较强的适应能力。我国应用这种系统 20 余年,运行正常,有力地说明现用的设计系统具有较大的排水潜力。

重力流是应用污水管的设计理论,立管是用充水率为 1/3 的膜流,管内为大气压力,破坏了管内产生的负压,以使各斗的泄水量较为均匀,这样斗前水位须维持恒定,来保证各斗能排泄设计流量,也就是说斗的最大排水量只能是设计流量。超过设计重现期的雨水必须由天沟或屋面上的溢流管排除。用溢流管排水只能保证天沟或屋面不泛水,并不能保持斗前水位或泄水量恒定。若以溢流管泄水来维持水面水位基本不变,也只能在小范围内,例如 2 ~ 3 m² 面积的恒压水箱都需要在水面上设纵横交错的溢水槽,方能保持几毫米的水位变化。在实际工程中,天沟常装数个斗,长达几十米以上,从远斗溢流的超过设计重现期的雨水须经各斗旁流到最末斗附近的溢流口,一般降雨时间总会有几分钟,常大于超过设计重现期的雨水由远斗流到最末斗附近溢流口的流行时间,这样超过设计重现期的雨水将沿各斗流向叠加,流到最末斗处的超过设计重现期的雨量达到最大值,是所设斗数超过设计重现期的雨量的总和,同时水位也相应地升到最高值,超过设计重现期的雨水就不可避免地要进入各斗,最终必将破坏重力流态而转变为目的设计的有压非满流甚或为满流。有压非满流本可排泄一定的超过设计重现期的雨量,而重力流却把这部分水依托天沟或屋面上的溢流管排除,这样就延长了超过设计重现期的雨水在屋面

流行时间,实际上等于造成屋面上短期积水,对屋面很不利。

如前所述,用设计污水管的方法来设计雨水管违背了排水量越大越安全经济的原则。污水管内是大气压而消除了负压,但在雨水管内负压却是个积极因素,可加大水力坡降,增加排水量,应充分利用。重力流系统无排泄超过设计重现期的雨水的能力,它必须靠溢流管排除,溢流却成了经常排水的主要渠道,而且也不能保持斗前设计水位。若要保持重力流正常运行,必须研制一种斗前水位升高时,仍能排泄设计流量恒定的雨水斗,这种雨水斗是很难制成的,在没有这种斗问世之前,采用重力流方法设计,似乎尚无条件。

另外重力流雨水系统的设计、施工,使用材料及验收方法等,均是按无压流系统要求考虑的,一旦控制不住超过设计重现期的雨量而形成有压流,这不仅仅是破坏了重力流的流态,严重时可能发生管道漏水,破裂等事故,造成灾害,应该引起重视。

通过试验及工程实践来看,雨水斗设置之后,在屋面上要使用几十年之久,历经风霜,日晒雨淋及寒暑,环境极为严酷,因此性能较好的雨水斗应具备以下条件:

(1)斗上应设有罩,罩中有拦污栅及整流板,以利截留杂物和平稳水流,保持排水通畅,增大斗的泄水量;(2)罩的进水面积应为斗的出口面积的1.5~2倍为宜,太大则拦污效果差,易使管道堵塞,增加维护工作量,太小会增大阻力,影响斗的泄水量;(3)罩顶不宜留有孔洞,可以消减水面旋涡,有利降低掺气量;(4)斗的制造材料应选用耐腐蚀,抗老化性能强,并有较好的坚固性,可以延长雨水斗的使用年限;(5)斗的构造应简单,便于加工制造;(6)价格便宜。

2.2.2 连接管

连接管是连接雨水斗与悬吊管间的一段短管,可以设在悬吊管上方直接与雨水斗相连,也可以设在悬吊管侧面,通过一段短管与悬吊管连接。管径一般采用与雨水斗同径,但有时为了调节相近立管的泄水量,可将靠近立管雨水斗的连接管径适当减小,或增大一些排水面积,有利于调节雨水斗间泄水量和降低管系掺气量。

2.2.3 悬吊管

悬吊管排除连接管流来的雨水量,除较小流量是以管坡流动的重力流外,一般情况都是掺气的有压流,即在有压非满流状态下运行,流速较快,水流极不稳定,管内阻力损失很大,而雨水斗距悬吊管的高差又很小,在排水量较大时,极易产生负压,因此管内无论是非满流还是满流时,均在负压下流动,且沿流向随流量增加而负压逐渐增大,直到满流,悬吊管末端负压达到最大值。在试验研究中,观测到悬吊管中水流是不满流的有压流,水流极不稳定,无法应用理论计算。我们曾用Dukler两相流方法计算,结果误差较大;又用量纲分析法,结果虽较好,但计算参数多,计算方法复杂,且水气比值也不好确定,应用不便,最后采用较为简便的重力流计算方法,即现在设计中应用的算法——充满度为0.8的有压非满流方法。给水流掺气留通路,给超过设计重现期的雨量留有余地,并设有溢流管以策安全。这种系统通过20余年的工程实践,没有发生屋面积水翻水的水患问题,运行是安全可靠的。

在试验中量测到:除较小流量时,管中水流是重力流外,一般都是处于有压非满流状态,管中由负压形成的水力坡降比设计的管坡大很多,管坡对水流作用已很小,水流运动主要靠水力坡降,为此设想管坡可以减小甚或忽略不计,例如管坡可以降低50%但最小管坡不能低于0.005,以利排除小雨量或泄空之用,也不会降低设计的排水量。这样可以提高悬吊管末端的高度,对建筑空间的利用和管道设计安装等工作,均极有利。

2.2.4 立管

立管顶部连接悬吊管的终端,正处于各种不同流量下负压的最大点。立管排除悬吊管的掺气水流,流速较高,水流波动剧烈,难用理论式计算。曾用量纲分析方法,也是存在着影响参数多,计算复杂且水气比不好确定的问题。最后还是简化为用最大允许排水量法,来确定立管的管径,根据试验及参考有关资料,并留有一定余量,前面雨水斗的泄水量已建议提高了,也建议立管排水量要提高(见表3)。

过去规定立管管径不小于其连接悬吊管的最大管径,这不一定是必要的,立管排水能力比较大,一般计算出水 $d_{立} < d_{悬}$ 时,在不妨碍管道维修工作时(例如 d_{100}),可以应用计算的 $d_{立}$,不必再放大

表 3 立管允许的排水量

| 立管管径/mm | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 |
|---------------|-------|-------|-------|--------|---------|
| 规范(手册)排水量/L/s | (10) | 19 | 42 | (75) | (170) |
| 建议的排水量/L/s | 10~12 | 20~25 | 45~60 | 80~100 | 180~230 |

注:表中高层建筑可用上限值。

到与 $d_{\text{悬}}$ 同径。这样不但可以节约管材,少占空间,同时还可降低立管末端的出水压力。在高低跨同排入一立管时,其总流量不能超过立管的允许排水量,且低跨应接在立管的负压区,以免排水不畅甚至造成倒灌,使低跨屋面积水。立管在排水过程中,无论是非满流还是满流,管内都是处于负压排水情况,根据试验,压力分布线是线性的,每一种流量下,在立管顶部造成一个相应的最高负压,在末端为相应的最大正压,正负压的过渡点形成零压力点 P_0 (大气压)(见图 5)。 P_0 点在设计中有实用意义,如高低跨雨水排入同一立管或排少量其他杂排水时,应接入立管的负压区,以免有倒灌危险。零压力的位置,根据试验测量,约在距立管末端以上 $1/3 \sim 1/2$ 的立管高度 H 处,即图 5 中的 H_0 点。

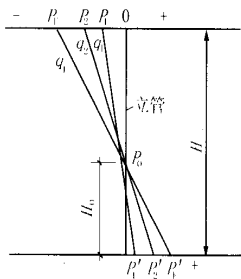


图 5 立管压力曲线

还要再说明一下,少量废水或阳台的雨水,尽可能地不排入雨水立管中,如接在立管的负压区,杂排水支管水封很快被抽空破坏,支管便成为立管上的通气管,将吸入大量空气,极大地影响立管的排水量;若接在正压区内,有发生反水倒灌的危险,因此最好各自单独排放,不要将其接在立管上,以免相互干扰,影响正常使用。

2.2.5 排出管

排出管是排除立管下泄的水流,并将其引入地下检查井的一段横管。水由立管转向进入排出管,流速迅速降低,在下游不远处产生水跃,水流极不稳定,管内为正压并沿流向逐渐降低,管径有采用与立管同径的,但为了改善管内水流状况,常将排出管管

径比立管管径放大一二号,这样可使出流速度降低,减小检查井内水流冲击,有利埋地管水流排泄。

3 结语

通过以上的讨论,可以看出有压非满流雨水管系统即现在设计应用的雨水系统,具有以下的特点:

(1) 应用非满流设计,可给变化无常的雨量排除留有一定的余地,管道在排除设计重现期 P 之内的雨量时为非满流状态,当超过设计重现期的雨量时可以满流,适用性较强;

(2) 留有过气断面,减小掺气干扰,使排水较通畅,当超过设计重现期时,断面可以过水;

(3) 应用有压非满流专用斗即拦污整流合一,直接放置于屋面的专用雨水斗,它构造简单,安装方便。国内有 65 型及 87 型等,国际上英、美、日、俄等使用的斗均属此类型;

(4) 各类建筑都可应用;

(5) 设计方法简便,使用安全;

(6) 比重力流系统节省材料。

上面对以前屋面雨水系统研究工作的简略回顾以及数十年来工程实践的分析,可以认为:用有压非满流方法(目前应用的雨水管设计方法)设计的雨水排水系统是留有余地的,除正常排泄设计重现期内的雨量,还能在增大充满度甚至满流时排泄一定的超过设计重现期的雨量,根据天沟水位的高低,自动调节排水量,较少地动用溢流管排水。使用这种系统已经 20 多年,使用情况正常,消除以往大部分厂房雨水排泄不畅,上翻下冒的水患问题,说明该系统的排水适应性能是较强的。另外还认为设计中还有潜力可用,也提出改进意见,供参考使用。这是笔者的管见,不当之处,请多指正。

参考文献

- 1 清华,一机部一院,北京工业学院.雨水道科研报告,1966
- 2 清华,一机部一院、八院.屋面雨水排水问题的研究,1986
- 3 屋面雨水排水设计规程(修订稿).1998.10
- 4 (GBJ 15-88)建筑给水排水设计规范.1988
- 5 陈耀宗,等.建筑给水排水设计手册.北京:中国建筑工业出版社,1992

▽作者通讯处:100084 北京清华大学西 44 楼 3-201

电话:(010)62785162

收稿日期:2002-8-30

meters per day, in which 160 cubic meters per day are concentrated wastewater with COD 45 000 mg/L, BOD 660 mg/L and pH 1.0 ~ 1.2. Other discharges are weaker with COD 360 mg/L and BOD 120 mg/L. The designed effluent will be COD less than 100 mg/L, BOD less than 20 mg/L and pH = 6 ~ 9. This target has been achieved, and the effluent is quite good enough to meet the national wastewater discharge standard.

Summary on Treatment of Fermentation Waste of Alcohol Preparation in Sugar Cane Plant Hu Kailin et al (48)

Abstract : The common used processes treating fermentation waste liquid of alcohol preparation in sugarcane plants home and abroad are summarized and their features are indicated. A wastewater circulating process composed of anaerobic digestion of raw waste and effluent reuse for flue gas dust abatement was presented. This method is an improvement of a common used way: direct reuse the fermentation waste liquid for flue gas dust abatement.

Research on Treatment of Aniline Dyestuff Chemical Process Wastewater by Composite Processes of

Deamination Catalytic Oxidation Adsorption Li Mingyu et al (52)

Abstract : A study on the treatment of aniline dyestuff chemical wastewater by composite processes of deamination, catalytic oxidation and adsorption has been carried out. The factors in affecting wastewater treatment were investigated. Experimental results show that by using this process COD of wastewater could be reduced from 3 114 mg/L to less than 70 mg/L and the total aniline compounds could be reduced from 0.6 g/L to less than 3 mg/L. The effluent could meet the requirement of national wastewater discharge standard. This method is simple in technology, convenient in operation, remarkable in effect and it will not cause secondary pollution.

Review on Roof Rain Water Drainage Systems Wang Jiming (57)

Abstract : On the basis of engineering practices and scientific advances on field of roof rainwater drainage, the flow rate of the rainwater system and the deviation of the flow patterns inside the rainwater pipeline are discussed in detail. Some revisions on the guidelines in recent rainwater design norm related to determine the capacity of rainwater hoppers and vertical pipes are proposed.

Elicitation in Water System Design of Seashore Hotel in Havana Wang Yan (69)

Abstract : The building of this four-star hotel situated in downtown area of Havana, Cuba, is constructed jointly by Chinese State Construction Engineering Corporation (CSCEC) and Cuba Investment Corporation. The afterheat of cooling network was reused as heat media for hot water heater, and both profits of energy saving and environmental protection are obtained.

On Low Cost Pump Composed Pressure Regulated Water System Jiang Zhijian et al (72)

Abstract : A water head steady water supplying system is suggested in this paper. This system is combined by several pumps operated in parallel. The pumps work on the principle of binary structure without frequency controller. This system works well without need VVVF inverter to control the speed of the pump motor, so its cost will be low.

Application of Composed FRP and RC Pipe for Sewer Engineering Shen Longhui et al (77)

Abstract : The principle to composite fiberglass reinforced plastic and steel reinforced concrete pipe, and the feature and construction of this special pipe material are presented. The technical feasibility of this kind of sewer pipe has been verified by experimental examination and engineering practice.

Calculation of Working Parameters for Pump under Fluctuant Intake Water Level Hu Sike et al (81)

Abstract : The problem to maintain stable discharge of pumping equipment in case when the water level at the suction point is fluctuant is discussed. As a base of speed control of centrifugal pump, the relationships and calculations of pumping parameters such as rotation speed, delivery head and power requirement to fluctuant water level at expected constant discharge must be assured. The power consumptions of two ways, the pump speed control and the valve discharge regulation are compared.

Automatic Control System of West WWTP in Kaifeng City Wu Jianlei (89)

Abstract : As a foreign governmental loan project of first run in Henan Province, the west wastewater treatment plant in Kaifeng City has been constructed. In this paper the composition of the automatic monitoring and control system, the process operating model and the performance of this WTP are presented. Also some experiences in practical participation of this project are added.

Discussion on Design Discharge of Automatic Sprinkling System Huang Bingzheng (92)

Abstract : It is unfavorable in design of automatic sprinkling system when the spacing of nozzles is reduced; and this leads increased spraying intensity and design discharge of the whole system. In this paper this problem is discussed and a concept called protected criterion has been proposed to normalize the magnification of design discharge.