

TU991.2-62

S57

实用水处理设备手册

史惠祥 主编

陈杭飞 卢贤飞 副主编

汪大翠 主审



A0920591

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

实用水处理设备手册/史惠祥主编. —北京: 化学工业出版社, 2000. 1

ISBN 7-5025-2684-6

I. 实… II. 史… III. 水处理设施 - 技术手册
IV. TU991.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 50320 号

实用水处理设备手册

史惠祥 主编

陈杭飞 卢贤飞 副主编

汪大翠 主审

责任编辑: 管德存 陈 丽

责任校对: 马燕珠

封面设计: 田彦文

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 19½ 字数 456 千字

2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-2684-6/X·25

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

京朝工商广字第 0309 号

前 言

随着工业的发展和人们生活水平的提高,水环境质量日益恶化,水处理任务日趋加重。这是因为:1. 给水水源质量下降,但用水质量要求提高;2. 污水排放量加大,但水环境质量仍要达标,尤其是1997年度的淮河流域和1998年度的太湖流域零点运动的实施,使中国污水处理进入了前所未有的高潮,1999年开始的“一控双达标”,进一步加快了污水处理工作的发展。

水处理工程质量的保证,很大程度上取决于水处理设备的标准化、成套化及自控性能,即水处理设备的综合性能。为了充分发挥水处理设备的综合性能,提高水处理设备的处理效率,我们编制了《实用水处理设备手册》,希望能对水处理设备的研究、设计、选型和运行管理有所帮助。

本书内容涉及城市给水、城市污水处理及工业污水处理三个方面,全书分水处理原理与方法、主要通用设备、专用设备以及设备的选择、安装、运行和维护四个部分。

我国水处理设备的研究、生产起步较晚,起步时又以中小型企业为主要生产厂家,加上不规范的市场,使生产企业的发展相当不顺,产品质量得不到提高,成套化、自动化程度不高,低水平重复建设严重。另外,水处理设备本身种类繁多,缺乏相应标准,同一设备因生产厂家不同,规格、型号也不一样,因此要全面、完整地反映我国的水处理设备是一件难事。正是因为这样,编制出版《实用水处理设备手册》更显紧迫。但要编好这部书难度很大,虽然编写者们均是一线的工程技术人员,也尽力想编写好这本书,终因编写者业务范围、技术水平等因素局限,缺点甚至错误在所难免,希望广大读者不吝指正,使这本书在使用过程中不断得到改进。

全书由史惠祥主编,汪大攀主审,编写人员有陈杭飞、卢贤飞、王浙明、成建家等。编写过程中得到了浙江大学环境工程公司等单位的大力支持,在此谨表谢意。

编者

1999年10月

第一章 水处理方法与原理

1.1 废水处理方法分类

废水处理的任务是采用各种技术措施将废水中所含有的各种形态的污染物分离出来或将其分解、转化为无害和稳定的物质，使废水得到净化。

现代废水处理技术，按其作用原理和去除的对象可分为物理法、化学法和生物法。

物理法就是利用物理作用，分离废水中呈悬浮状态的污染物质；在处理过程中不改变水的化学性质。如格栅、沉淀、气浮、过滤、反渗透、离心、蒸发、结晶等处理工艺均属于物理法。

化学法是向废水中投加某些化学物质，利用化学反应来分离、转化、破坏或回收废水中的污染物，并使其转化成为无害物质。如混凝、中和、氧化还原、吸附、离子交换法、膜分离、汽提、萃取等处理工艺均属于化学法。

生物法是利用水中微生物的新陈代谢功能，使废水中呈溶解和胶体状态的有机物被降解，并转化成为稳定、无害的物质，使废水得以净化。如活性污泥法、生物膜法、自然生物处理法和厌氧生物处理法等均属于生物法。

1.2 废水处理方法与原理简介

一、物理法

物理法的去除对象是水中不溶性的悬浮物质。使用的处理设备和方法主要有格栅、筛网、沉淀（沉砂）、过滤、微滤、气浮、离心（旋流）分离等。

1. 格栅（筛网）

它是由一组平行排列的金属栅条制成的框架，斜置成 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 于废水流经的渠道内，当废水流过时，呈块状的污染物质即被栅条截留而从废水中去除，它是一种对后续处理构筑物或废水提升泵站有保护作用的设备，筛网截留亦属于这一性质的设备。

2. 沉淀（沉砂）

借助废水中悬浮固体本身的重力作用使其与废水相分离的方法。这种工艺分离效果好、简单易行、应用广泛，往往在处理废水过程中多次使用，是一种十分重要的处理构筑物。沉淀池主要用于去除废水中大量的呈颗粒状的悬浮固体，沉砂池则主要去除废水中密度较大的固体颗粒。

3. 气浮

气浮是设法在废水中通入大量密集的微细气泡，使其与细的悬浮物相互粘附，形成整体密度小于水的浮体，从而依靠浮力上升至水面，以完成固、液分离的处理方法。气浮按气泡的来源可分为压力溶气气浮、电解凝聚气浮、微孔布气气浮三大类。

4. 过滤

过滤是使废水通过具有孔隙的粒状滤层，从而截留废水的悬浮物，使废水得到澄清的处理工艺。

5. 离心（旋流）分离

使含有悬浮固体或乳化油的废水在设备中高速旋转，由于悬浮固体和废水的质量不同，受到的离心力也不同，质量大的悬浮固体被抛甩到废水外侧，这样就可使悬浮固体和废水分别通过各自出口排出设备之外，从而使废水得以净化。

二、化学法

化学法的去除对象是废水中的胶体物质和溶解性物质。

1. 中和处理法

用化学方法消除废水中过量的酸或碱，使其 pH 值达到中性左右的过程称为中和。处理含酸废水以无机碱为中和剂，处理碱性废水以无机酸作中和剂。中和处理应考虑以“以废治废”原则，亦可采用药剂中和处理。中和处理可以连续进行，也可以间歇进行。

2. 混凝处理法

混凝法是向废水中投加一定量的药剂，经过脱稳、架桥等反应过程，使废水中呈胶体状态的污染物质形成絮凝体，再经过沉淀或气浮，使污染物从废水中分离出来。通过混凝能够降低废水的浊度、色度，去除高分子物质、呈胶体的有机污染物、某些重金属毒物（汞、镉）和放射性物质等，也可去除磷等可溶性有机物，应用十分广泛。它可以作为独立处理法，也可以和其他处理法配合，作为预处理、中间处理、甚至可以作为深度处理工艺。

3. 化学沉淀法

向废水中投加某种化学物质，使它和废水中的某些溶解物质产生反应，生成难溶物沉淀下来。它一般用以处理含重金属离子的工业废水。根据所投加的沉淀剂，化学沉淀法又可分为氢氧化物沉淀法、硫化物沉淀法、钡盐沉淀法等。

4. 氧化还原法

利用溶解于废水中的有毒、有害物质在氧化还原反应中能被氧化或还原的性质，把它转化为无毒无害的新物质或转化成气体或固体从而从废水中分离出来。在废水处理中使用的氧化剂有空气中的氧、纯氧、臭氧、氯气、次氯酸钠、三氯化铁等，使用的还原剂有铁、锌、锡、锰、亚硫酸氢钠、焦亚硫酸盐等。

5. 吸附法

用多孔性固体吸附剂处理废水，使其中的污染物质被吸着于固体表面而分离的方法。吸附可分为物理吸附、化学吸附和生物吸附等。物理吸附是吸附剂和吸附质之间在分子间力作用下产生的。不产生化学变化。而化学吸附则是吸附剂和吸附质之间发生化学反应，生成化学键引起的吸附，因此化学吸附选择性较强。另外，在生物作用下也可以产生生物吸附。在废水处理中常用的吸附剂有活性炭、磺化煤、活化煤、沸石、硅藻土、焦炭、木屑等。

6. 离子交换法

离子交换法在废水处理中应用较广，主要用于去除废水中的金属离子，其实质是不溶性离子化合物（离子交换剂）上的可交换离子与废水中的其他同性离子的交换反应，是一种特殊的吸附过程。使用的离子交换剂可分为无机离子交换剂（天然沸石和合成沸石）、有机离子交换树脂（强酸阳离子树脂、弱酸阳离子树脂、强碱阴离子树脂、弱碱阴离子树脂、螯合树脂等）。采用离子交换法处理废水时，必须考虑树脂的选择性，树脂对各种离子的交换能力是不同的，这主要取决于各种离子对该种树脂亲合力的大小，又称选择性的大小，另外还要考虑到树脂的再生方法等。

7. 膜分离法

渗析、电渗析、超滤、反渗透等技术都是通过一种特殊的半渗透膜来分离废水中离子和分子的技术，统称为膜分离法。电渗析法、反渗透法主要用于废水的脱盐、回收某些金属离子等，反渗透与超滤均属于膜分离法，但其本质又有所不同，反渗透作用主要是膜表面化学本性所起的作用，它分离的物质粒径小，除盐率高，所需工作压力大，超滤所用材质和反渗透可以相同，但超滤是筛滤作用，分离物质粒径大，透水率高，除盐率低，工作压力小。

8. 萃取法

利用废水中的污染物在水中和萃取剂中溶解度的不同来分离污染物的方法称为萃取法。萃取法一般有三步：一是把萃取剂加入废水中，使废水中的污染物转移到萃取剂中，二是把萃取剂和废水分开，使废水得到净化，三是把污染物与萃取剂分开，使萃取剂循环回用。

三、生物法

在自然界，存活着巨额数量的以有机物为营养物质的微生物，它们具有氧化分解有机物并将其转化为无机物的功能。废水的生物处理法就是采取一定的人工措施，创造有利于微生物生长、繁殖的环境，使微生物大量增殖，以提高微生物氧化、分解有机物能力的一种技术。生物处理法主要用于去除废水中呈溶解状态和胶体状态的有机污染物。

根据作用微生物的类型，生物处理法可分为好氧处理法和厌氧处理法两大类。前者处理效率高，效果好，使用广泛，是生物处理法的主要方法。另外也可根据微生物在废水中是处于悬浮状态还是附着在某种填料上来分，可分为活性污泥法和生物膜法。

1. 活性污泥法

是当前应用最为广泛的一种生物处理技术。活性污泥是一种由无数细菌和其他微生物组成的絮凝体，其表面有一多糖类粘质层。活性污泥法就是利用这种活性污泥的吸附、氧化作用，去除废水中的有机污染物。

2. 生物膜法

废水连续流经固体填料（碎石、塑料填料等），在填料上就会生成污泥状的生物膜，生物膜中繁殖着大量的微生物，起到与活性污泥同样的净化废水的作用。

生物膜法有多种处理构筑物，如生物滤池、生物转盘、生物接触氧化床和生物流化床等。

3. 自然生物处理法

利用在自然条件下生长、繁殖的微生物（不加以人工强化或略加强化）处理废水的技术。其主要特征是工艺简单，建设与运行费用都较低，但受自然条件的制约。主要的处理技术是稳定塘和土地处理法。

稳定塘是利用塘水中自然繁育的微生物（好氧、兼氧及厌氧），在其自身的代谢作用下氧化分解废水中的有机物，稳定塘中的氧由塘中生长的藻类光合作用和塘面与大气相接触的复氧作用提供，在稳定塘内废水停留时间长，它对废水的净化过程和自然水体净化过程相近。稳定塘可分为好氧塘、兼性塘、厌氧塘和曝气塘等。包括废水灌溉在内的土地处理也是一种生物处理法。废水向农作物提供水分和肥分，废水中非溶解性杂质为表层土壤过滤截留，并逐渐为微生物分解利用。近十几年来在利用土地处理废水方面有了较大的发展。

4. 厌氧生物处理法

厌氧生物处理是利用兼性厌氧菌和专性厌氧菌在无氧条件下降解有机污染物的处理技术。有机污泥、某些高浓度有机污染物的工业废水，如屠宰场、酒精厂废水等适宜于用厌氧生物处理法处理。用于厌氧处理的构筑物最普通的是消化池，最近一、二十年来这个领域有

很大发展,开创了一系列新型、高效的厌氧处理构筑物,如厌氧滤池、上流式厌氧污泥床、厌氧转盘、挡板式厌氧反应器以及复合厌氧反应器等。

1.3 给水处理方法及原理

给水处理的任务就是对地表水体或地下水体取出的原水进行技术加工,使水质符合生活或工业用水的标准。

随着人们对水资源的认识,新出现了两种情况,一是废水经处理后可以作为水源,此时处理过程是废水处理,而就目的而言是给水处理。另外一种情况是传统的水源——地表水体或地下水体污染日趋严重,即微污染水体,以微污染水体作水源的给水处理,首先应该是废水处理,鉴于此,给水处理与废水处理没有必要完全分开。另外,给水处理方法与废水处理方法并没有实质上的差别,它们的理论与方法是一致的,因此,前述的废水处理方法均可用于给水处理中,在给水处理中有一些较为常用的物理或化学法(废水处理中用的不多),主要有以下几种。

1. 除铁

铁在水中多以二价铁离子的形式存在,采用氧化还原法去除,即将其氧化成三价铁离子,并以氢氧化铁的形式从水中析出。采用的工艺是接触氧化法,即原水经曝气充氧后直接进入滤池,二价铁被溶解氧氧化并附着在滤料表面,达到从水中除铁的目的。

2. 除锰

锰在水中也是以二价离子存在,也是采用氧化还原法去除。普遍采用接触氧化法除锰。

在地下水中铁与锰是同时存在的,锰的含量大约为铁含量的1/10。水中铁与锰的存在并不影响人的健康。但会增加水的色度,不宜用于某些工业生产。

3. 除氟

氟是人体维持正常生理代谢必不可少的物质,但含量过高对人体健康也会造成严重危害。一般用石灰、硫酸铝等使水中氟化物沉淀加以去除,也可采用吸附法和离子交换法。

4. 软化(除钙、镁离子)

软化就是降低水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子的含量,防止它们在管道和设备内壁上结垢。水中钙、镁离子的总量称为水的硬度;软化工艺有石灰软化法、药剂软化法和离子交换法等。

5. 水的淡化与除盐

除盐、淡化处理的主要对象是水中的各种溶解盐类(包括阴离子和阳离子)。制取纯水和高纯水的处理技术就是除盐和淡化。主要的方法有离子交换法、电渗析、反渗透以及蒸馏法等。

6. 水的除臭、除味

当原水的臭和味较重,而用一般的澄清和消毒工艺又达不到要求时,就需进行专门的除臭、除味处理。除臭、除味方法取决于臭和味的来源,例如,由挥发性物质所产生的臭味,可采用曝气法去除;水中有机物所产生的臭味,可以利用氧化剂氧化或活性炭吸附法去除;水中微生物所产生的臭味,可利用杀死微生物的药剂去除;因溶解盐类所产生的臭味可采用适当的除盐措施予以去除。

7. 水的冷却

在工业用水中,冷却用水约占70%~80%,利用冷却设备降低水温是循环系统的主要措施,可以节约大量用水,目前常用的敞开式循环冷却系统,使用的设备是冷却塔或冷却池。在

这种系统中的循环水水质具有以下特征：①含盐浓度逐渐增高，腐蚀加快，形成结垢；②使水中 CO_2 散失，加重 CaCO_3 的结垢性；③ SO_2 、 H_2S 及 NH_3 等气体进入系统，加重水的腐蚀性；④形成了宜于微生物繁殖的条件，在管壁和设备表面上形成粘膜等，此外由于投加处理药剂也会形成化学反应产物，形成新的沉淀物质。因此，对循环冷却水的处理目的是控制沉积物结垢、腐蚀和微生物大量繁殖。

第二章 通用设备

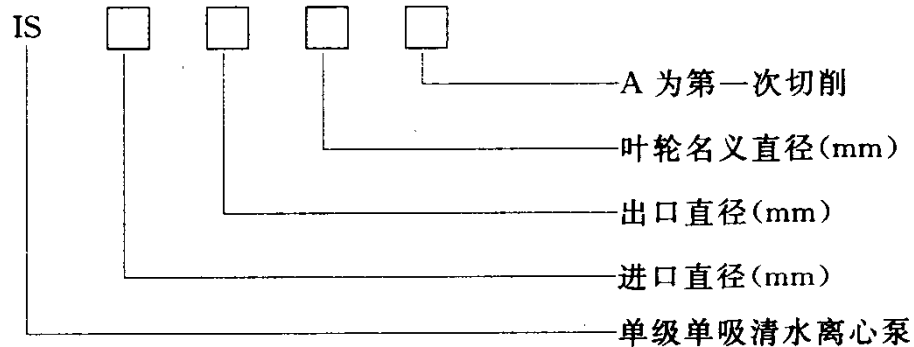
2.1 水泵

2.1.1 清水泵

一、IS 单级单吸离心泵

IS 型泵系单级单吸轴向吸入离心泵，适用于工业和城市给水、排水，适于输运清水或物理化学性质类似清水的其他液体，温度不高于 80℃。

1. 型号说明



2. 规格及主要技术参数

IS 型单级单吸轴向吸入离心泵规格和性能见图 2-1~图 2-50 和表 2-1。

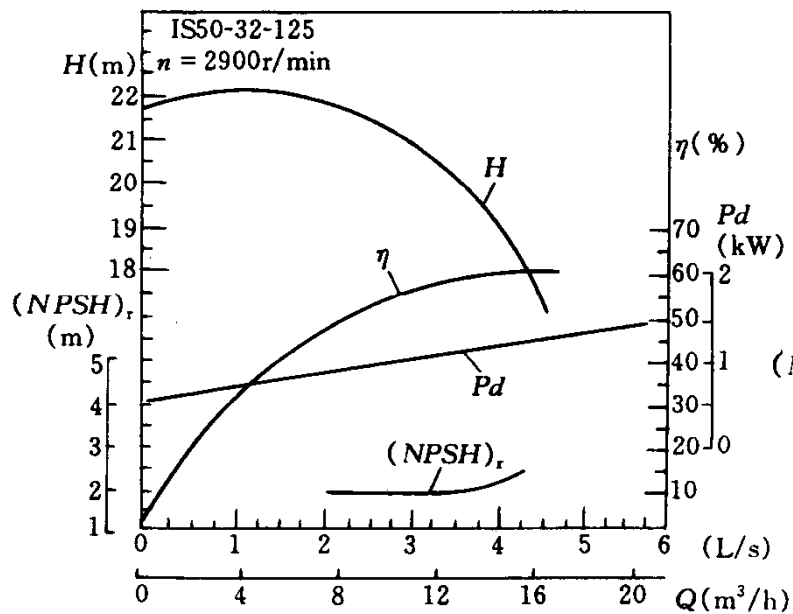


图 2-1 IS50-32-125 型性能曲线

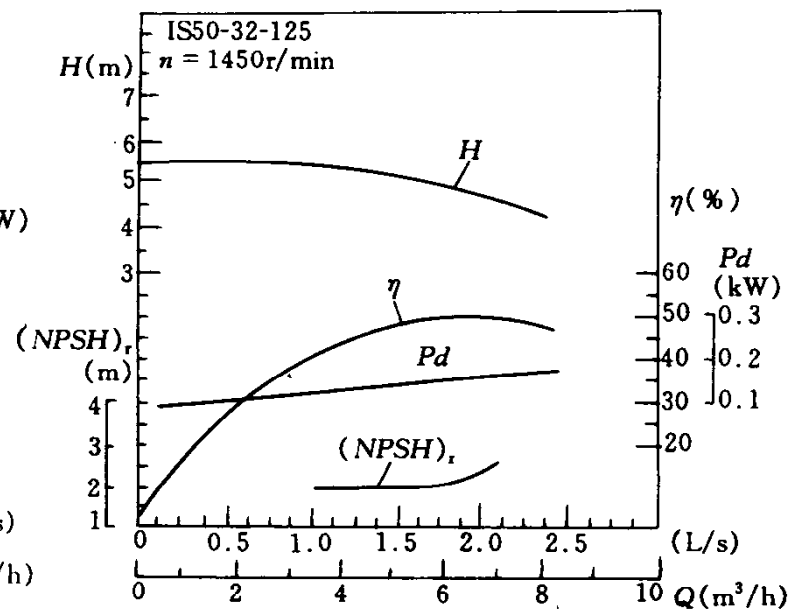


图 2-2 IS50-32-125 型性能曲线

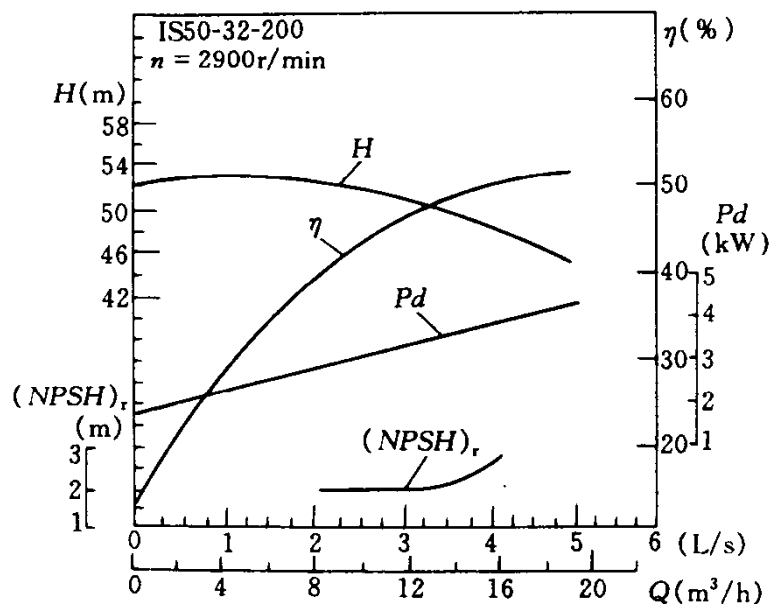


图 2-3 IS50-32-200 型性能曲线

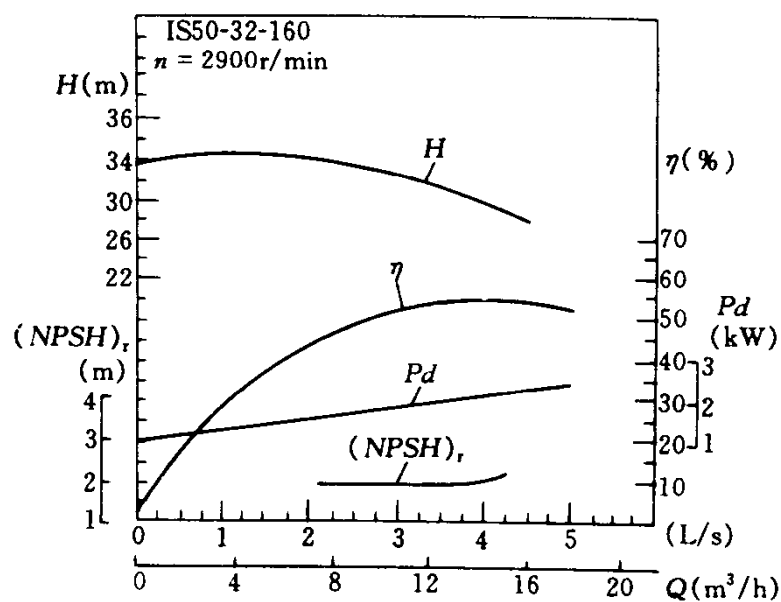


图 2-4 IS50-32-160 型性能曲线

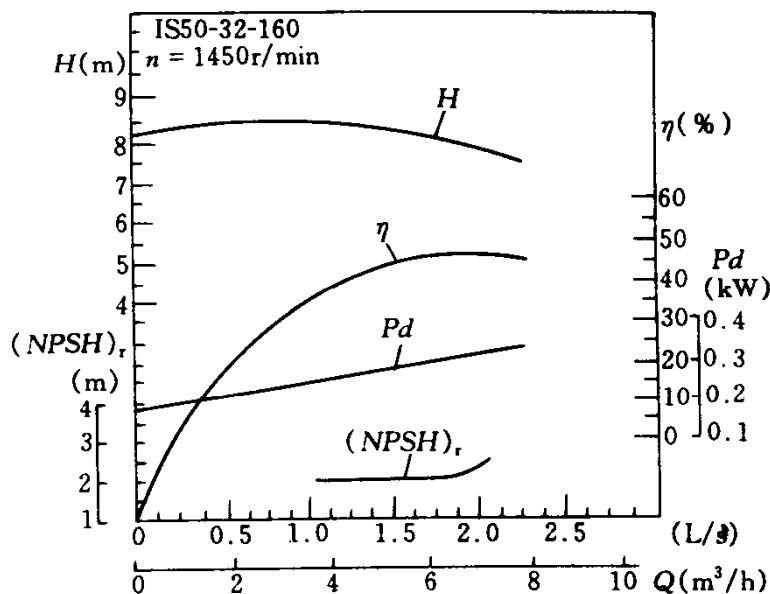


图 2-5 IS50-32-160 型性能曲线

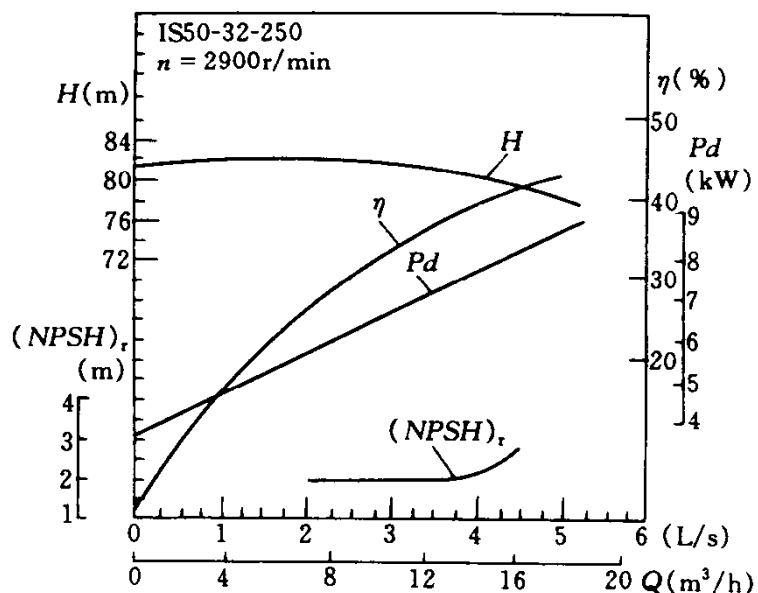


图 2-6 IS50-32-250 型性能曲线

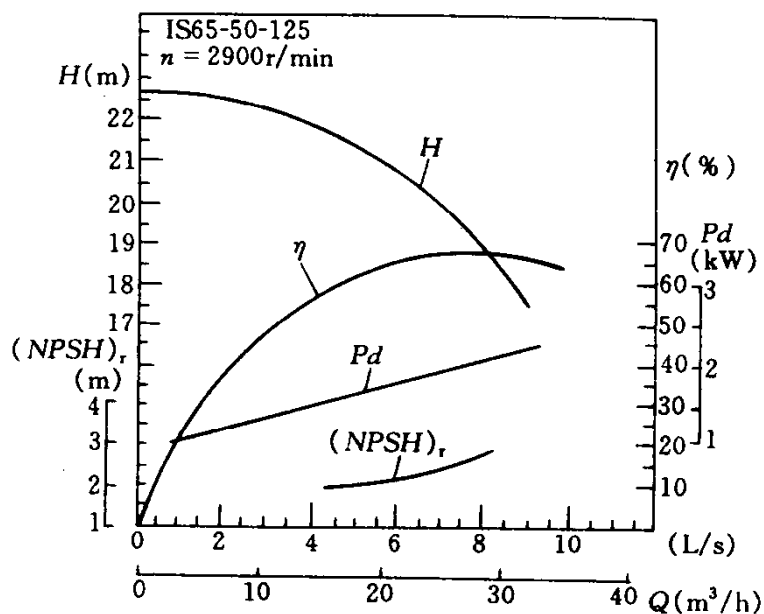


图 2-7 IS65-50-125 型性能曲线

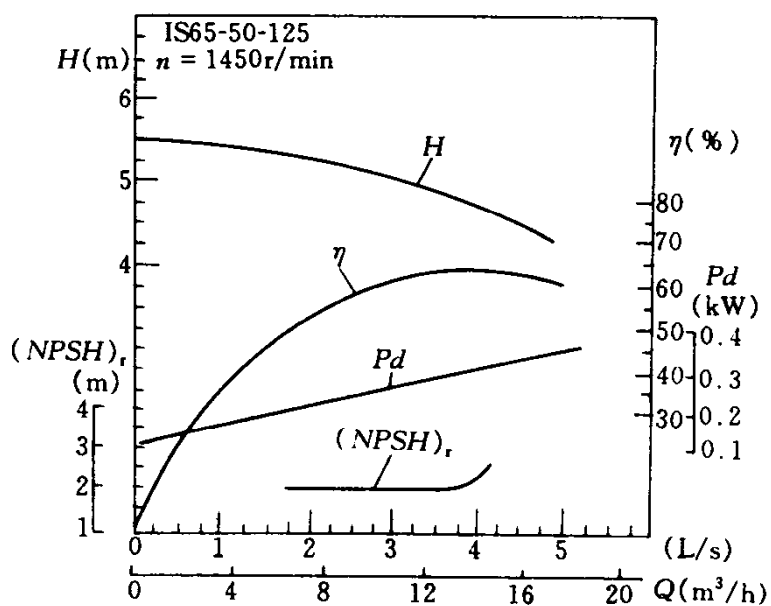


图 2-8 IS65-50-125 型性能曲线

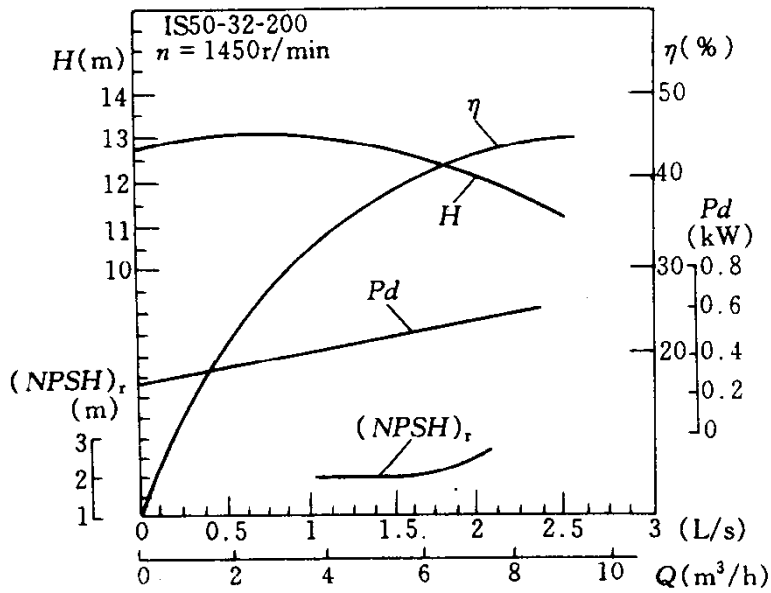


图 2-9 IS50-32-200 型性能曲线

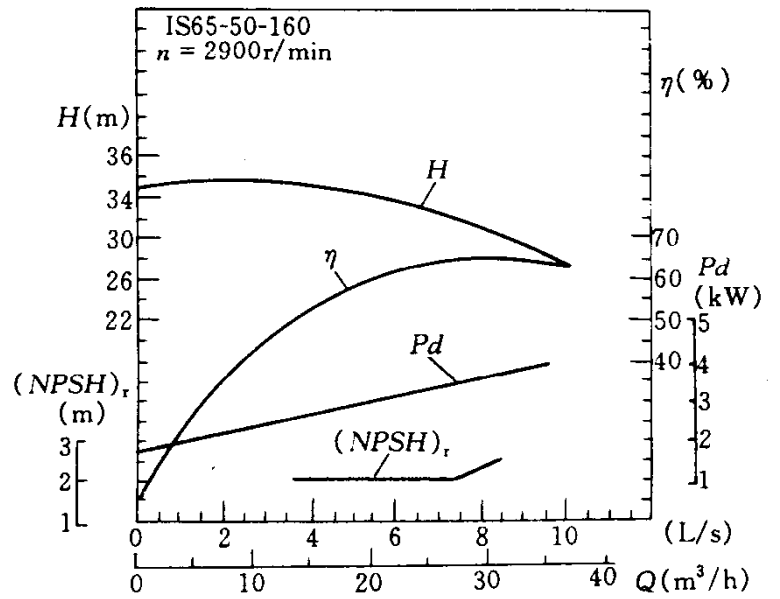


图 2-10 IS65-50-160 型性能曲线

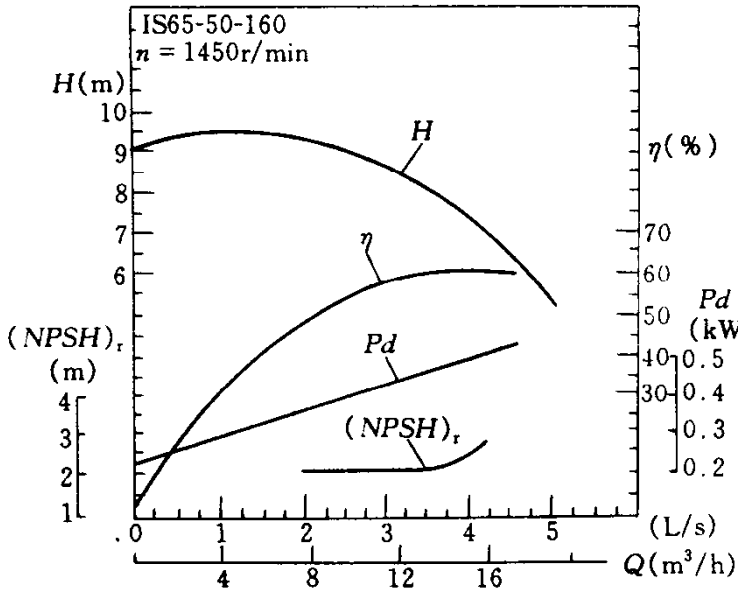


图 2-11 IS65-50-160 型性能曲线

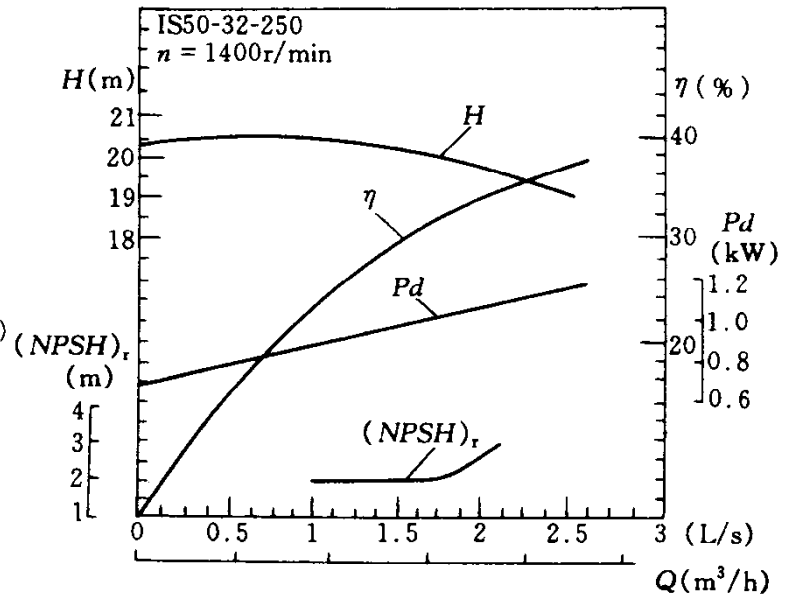


图 2-12 IS50-32-250 型性能曲线

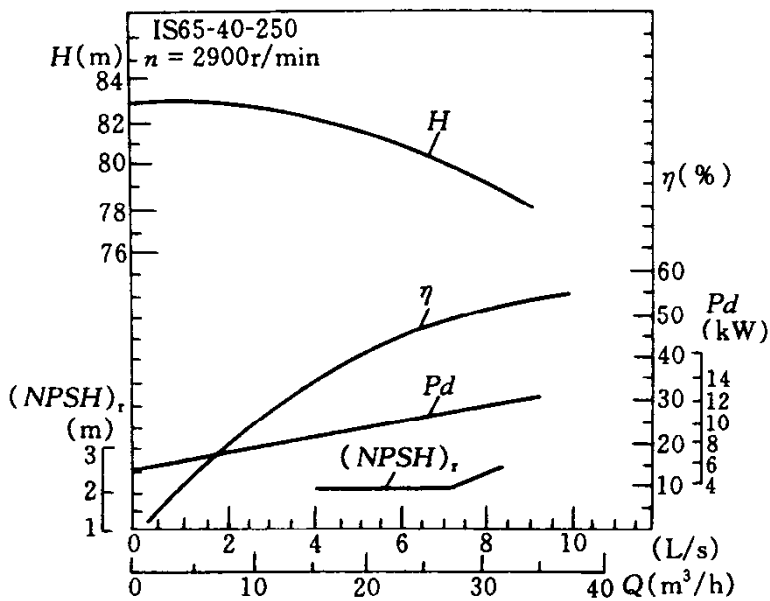


图 2-13 IS65-40-250 型性能曲线

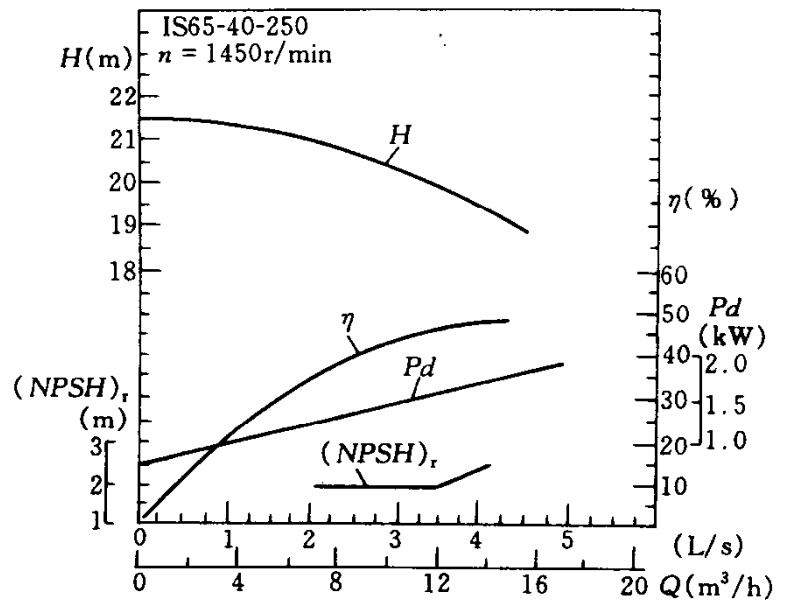


图 2-14 IS65-40-250 型性能曲线

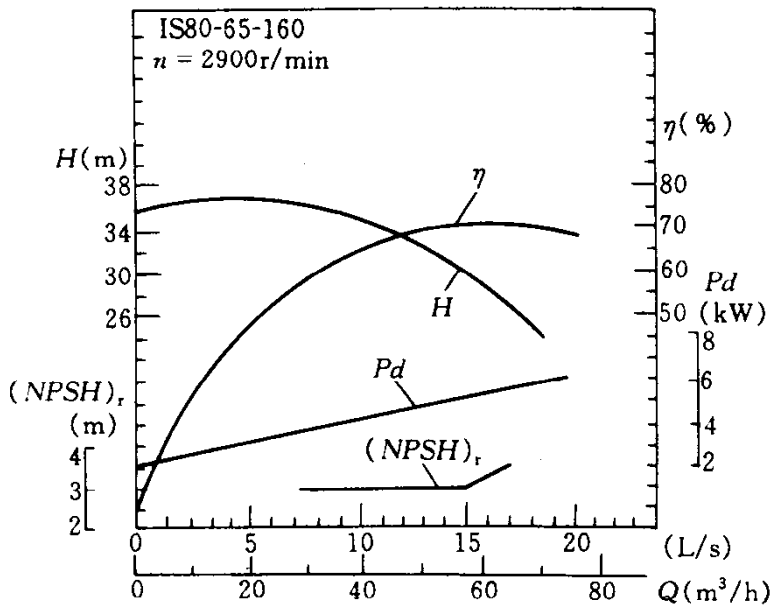


图 2-15 IS80-65-160 型性能曲线

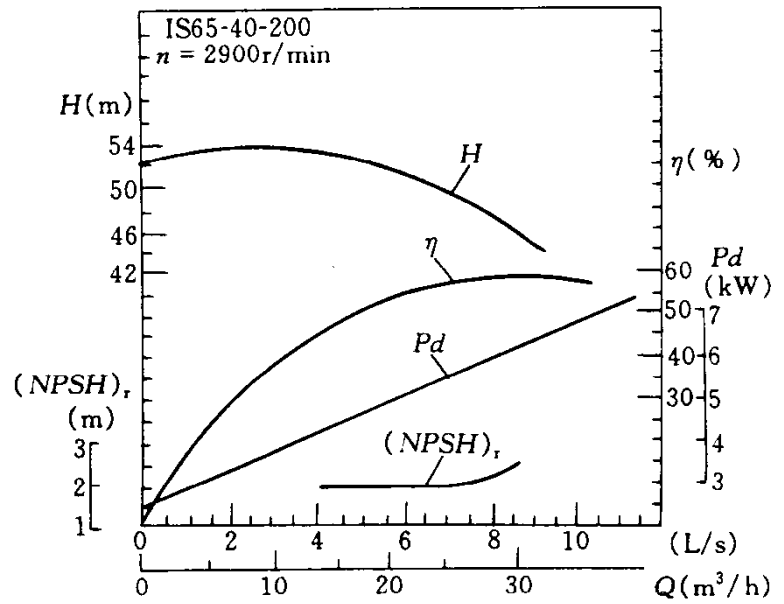


图 2-16 IS65-40-200 型性能曲线

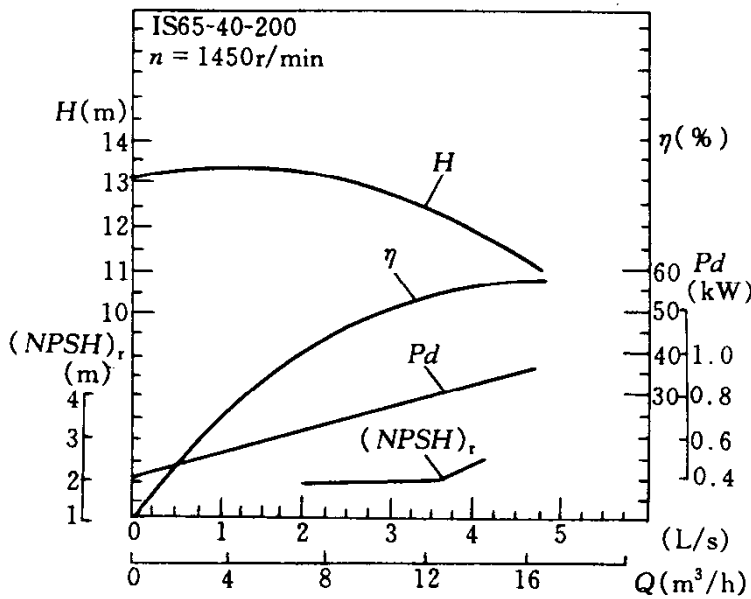


图 2-17 IS65-40-200 型性能曲线

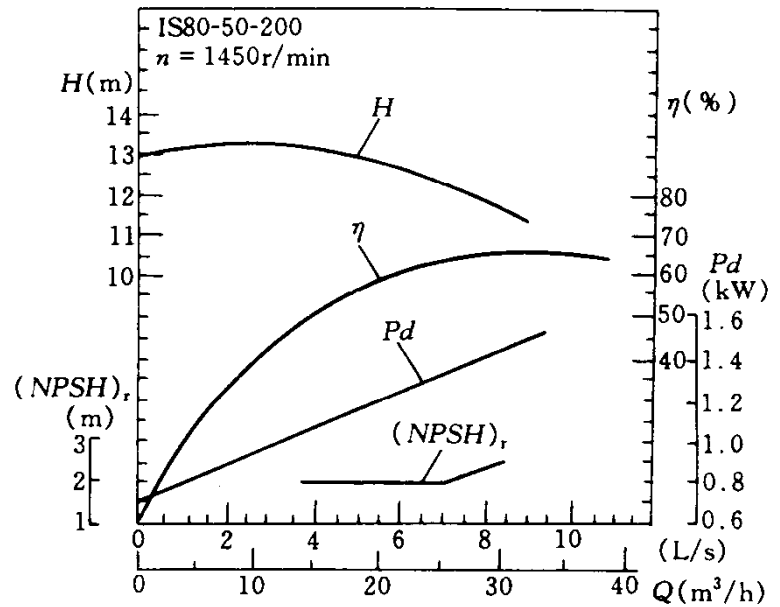


图 2-18 IS80-50-200 型性能曲线

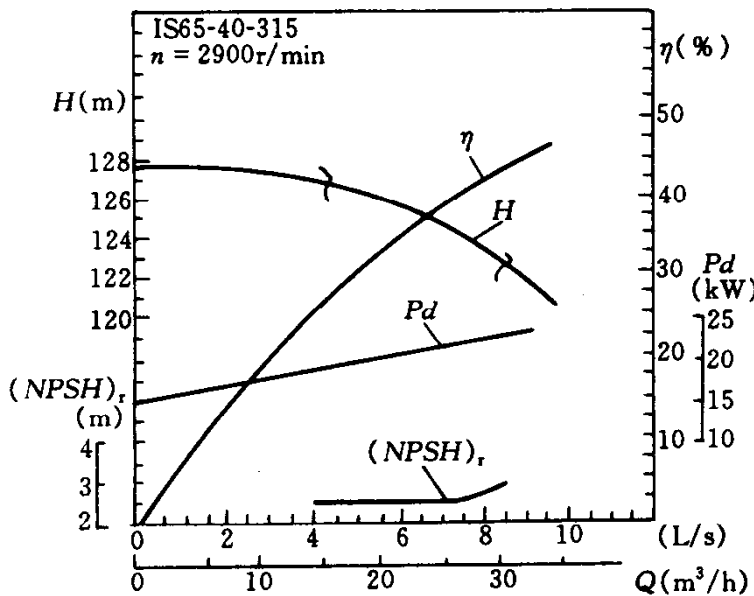


图 2-19 IS65-40-315 型性能曲线

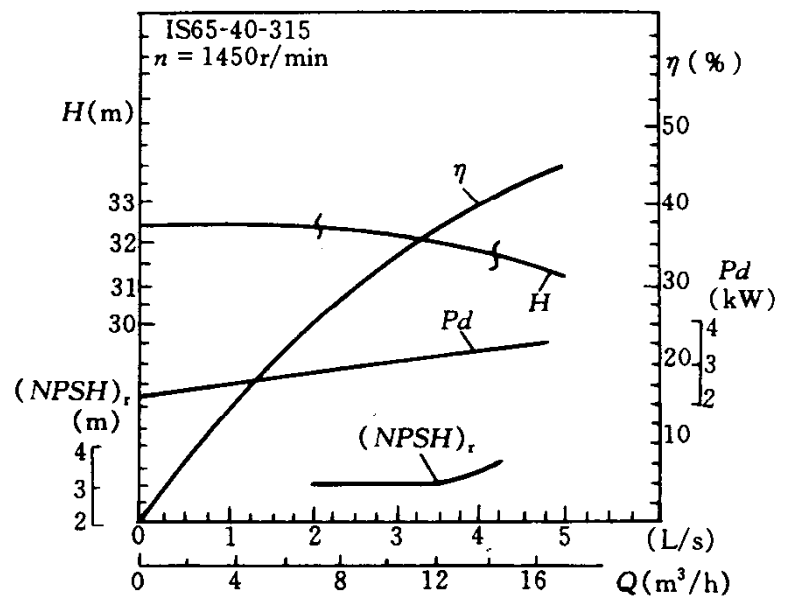


图 2-20 IS65-40-315 型性能曲线

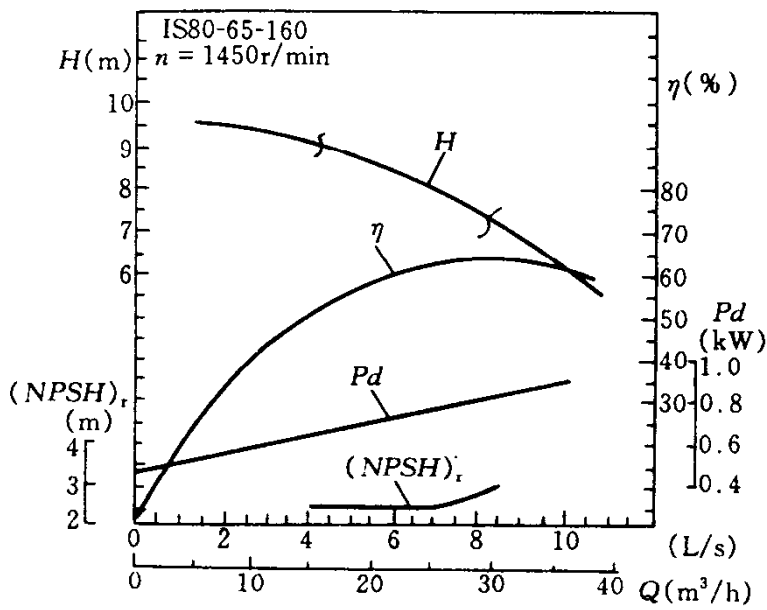


图 2-21 IS80-65-160 型性能曲线

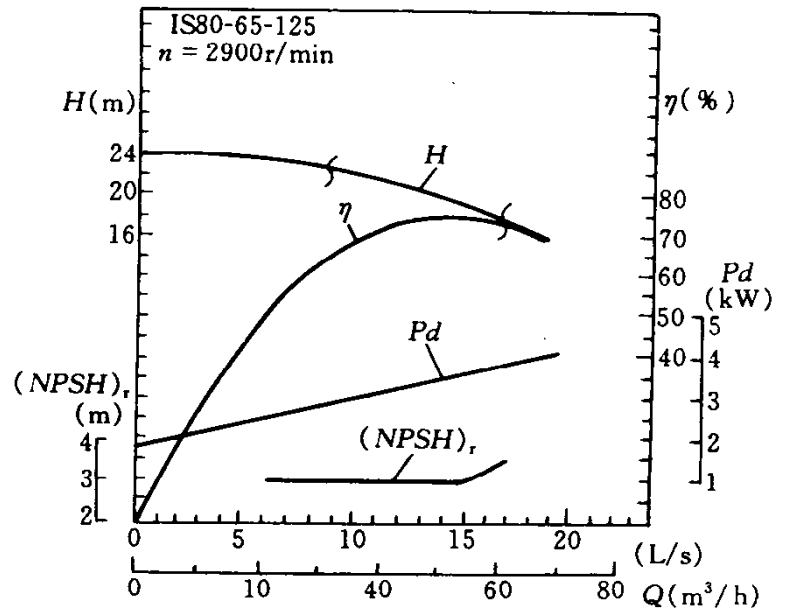


图 2-22 IS80-65-125 型性能曲线

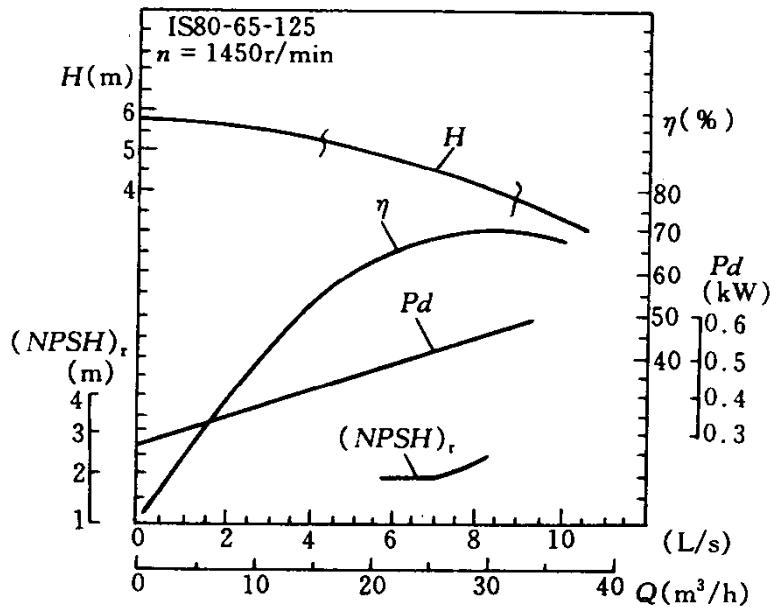


图 2-23 IS80-65-125 型性能曲线

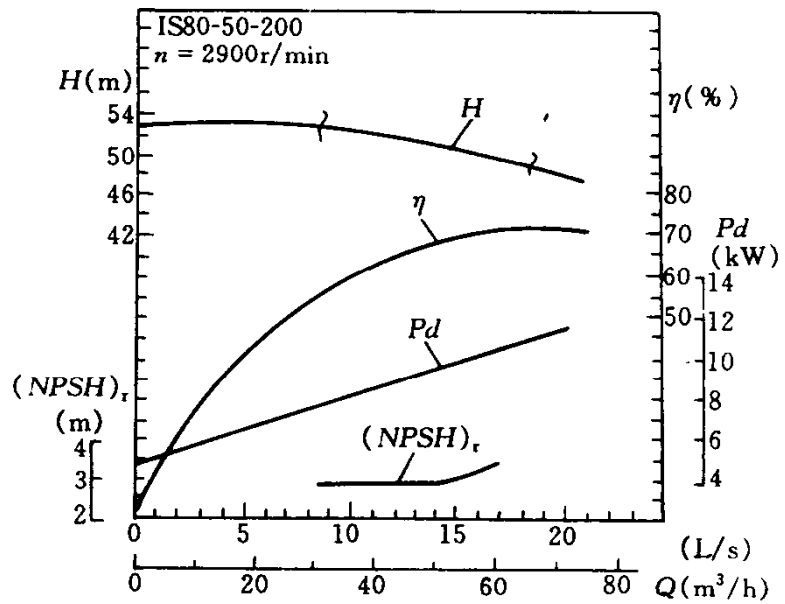


图 2-24 IS80-50-200 型性能曲线

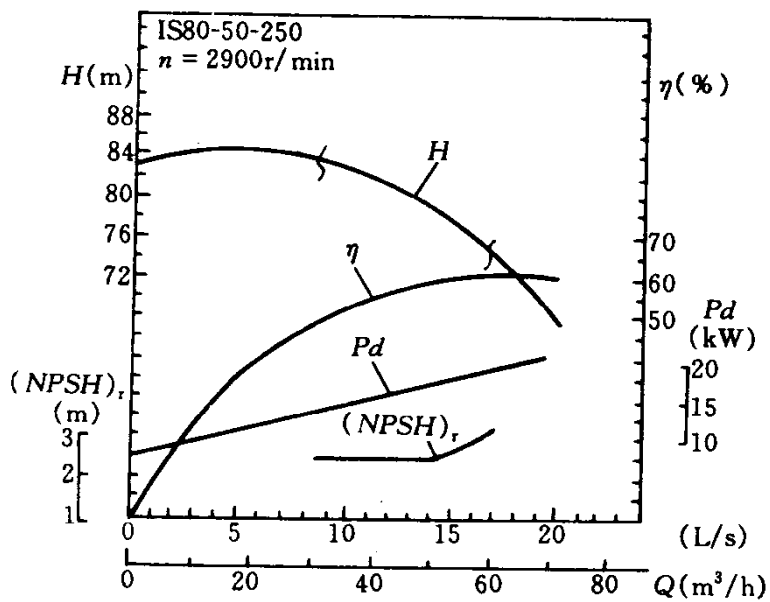


图 2-25 IS80-50-250 型性能曲线

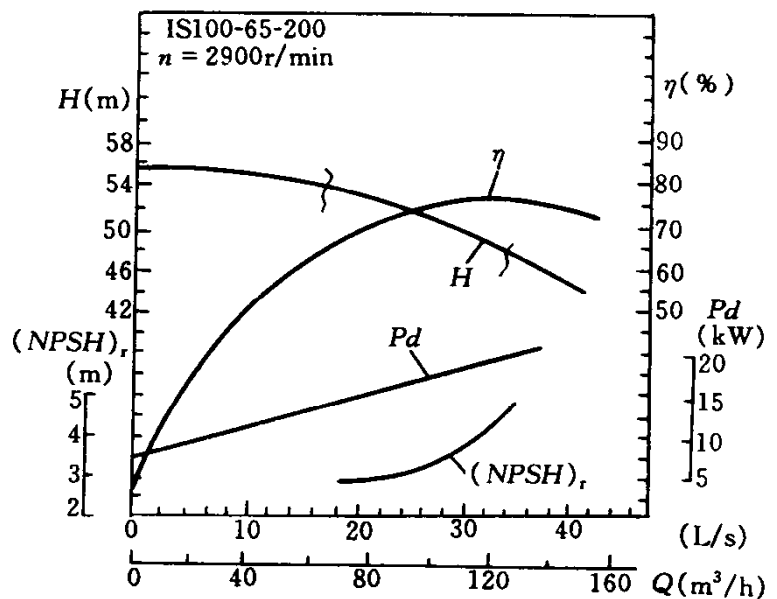


图 2-26 IS100-65-200 型性能曲线

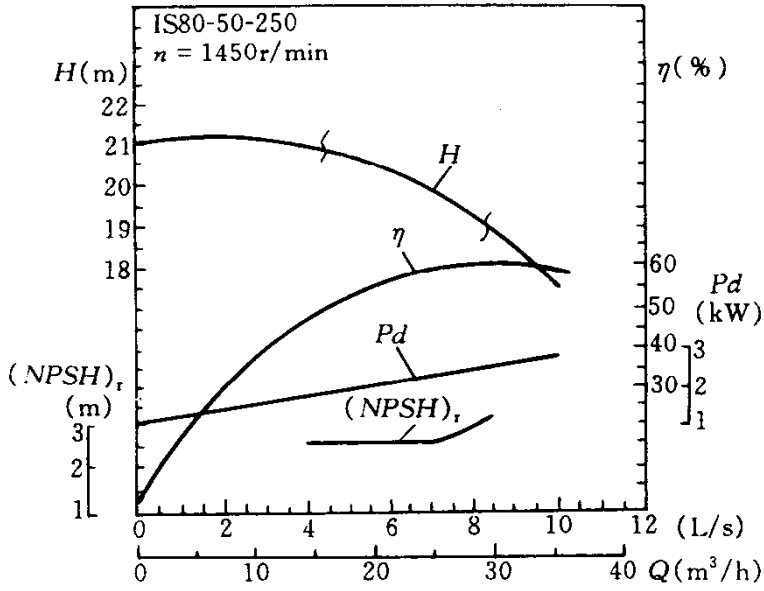


图 2-27 IS100-65-200 型性能曲线

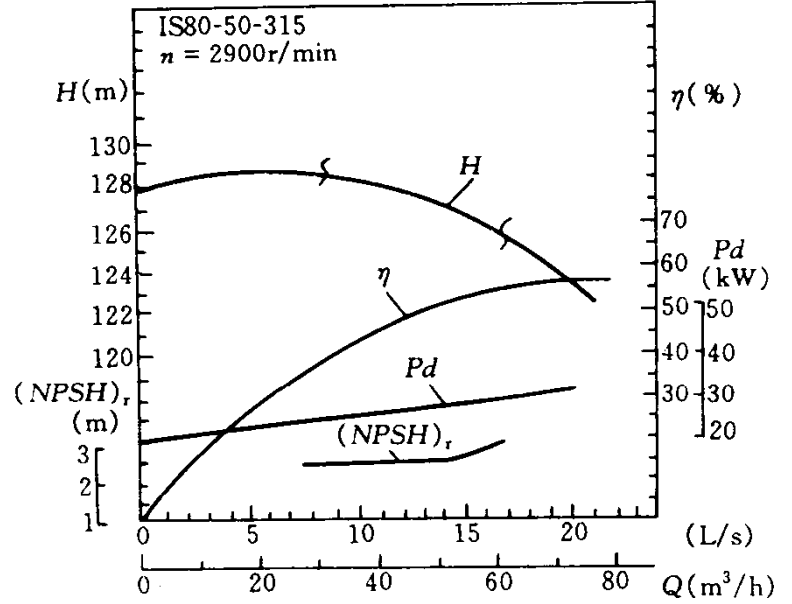


图 2-28 IS80-50-315 型性能曲线

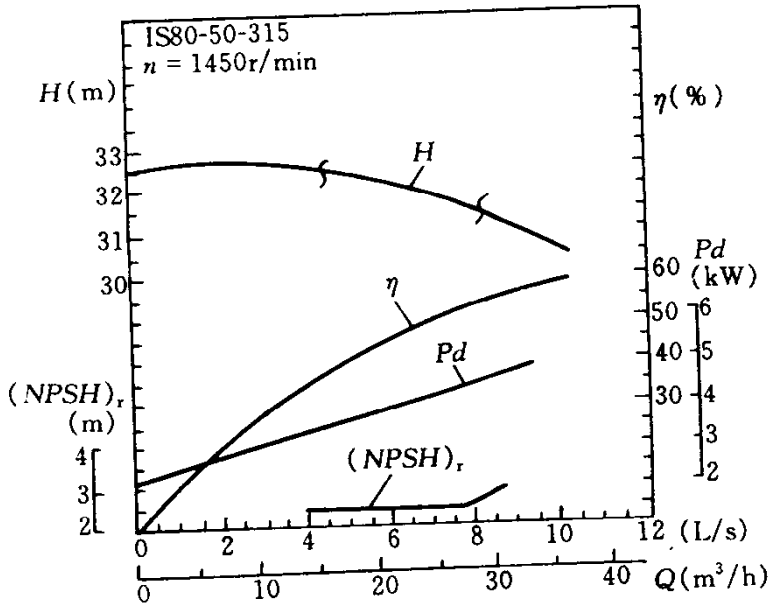


图 2-29 IS80-50-315 型性能曲线

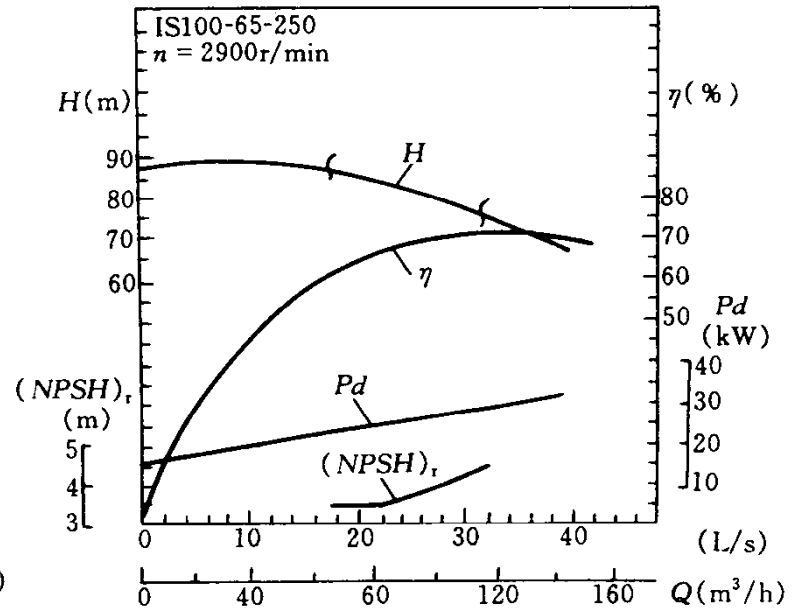


图 2-30 IS100-65-250 型性能曲线

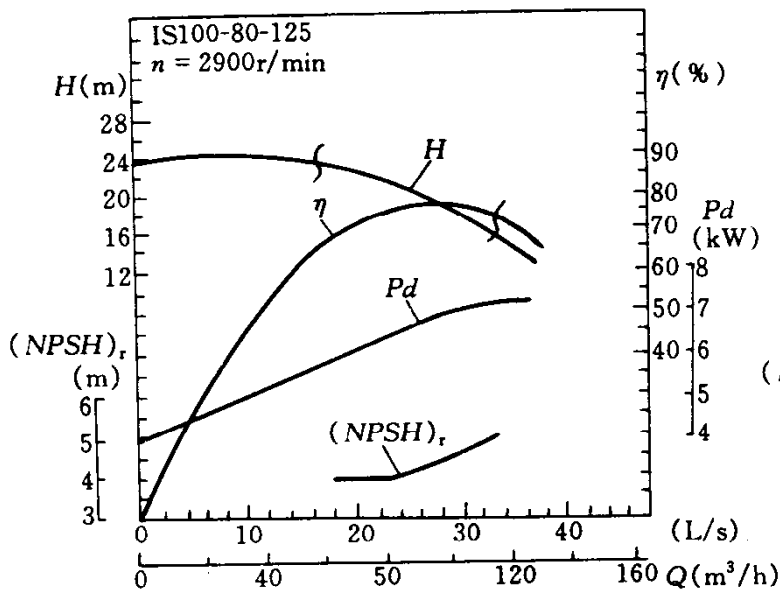


图 2-31 IS100-65-125 型性能曲线

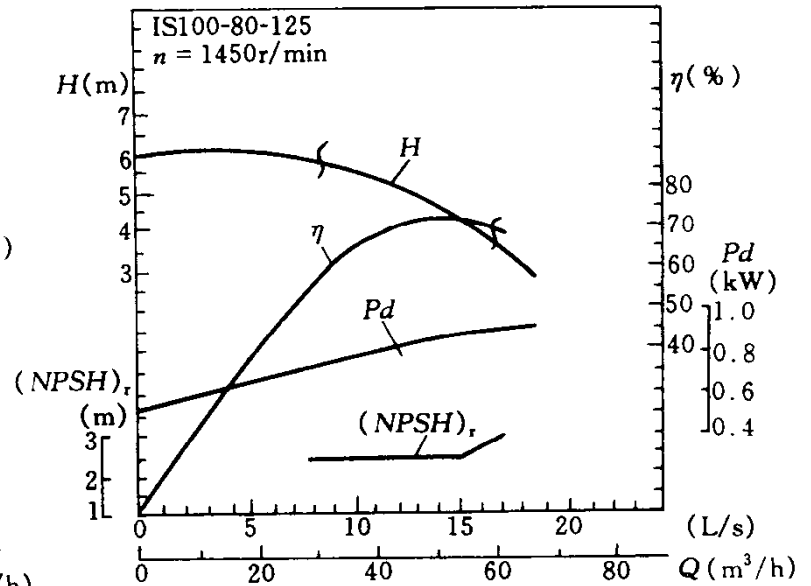


图 2-32 IS100-80-125 型性能曲线

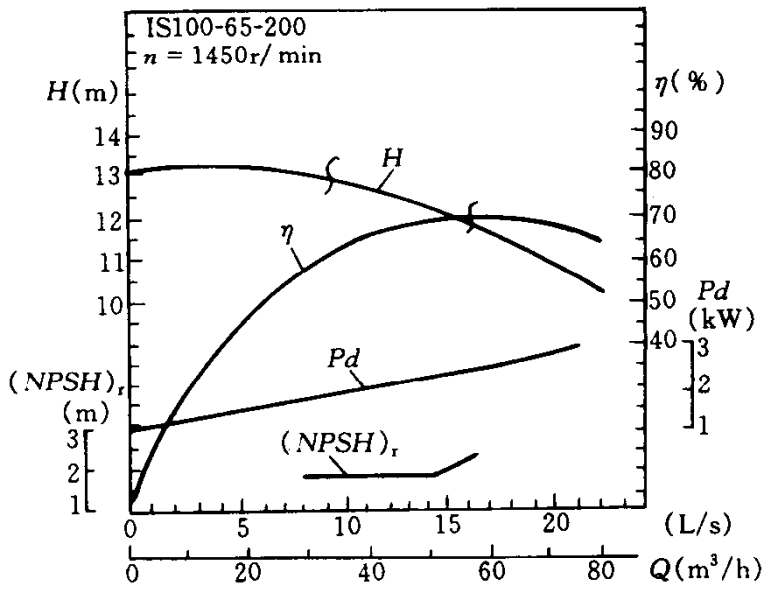


图 2-33 IS100-65-200 型性能曲线

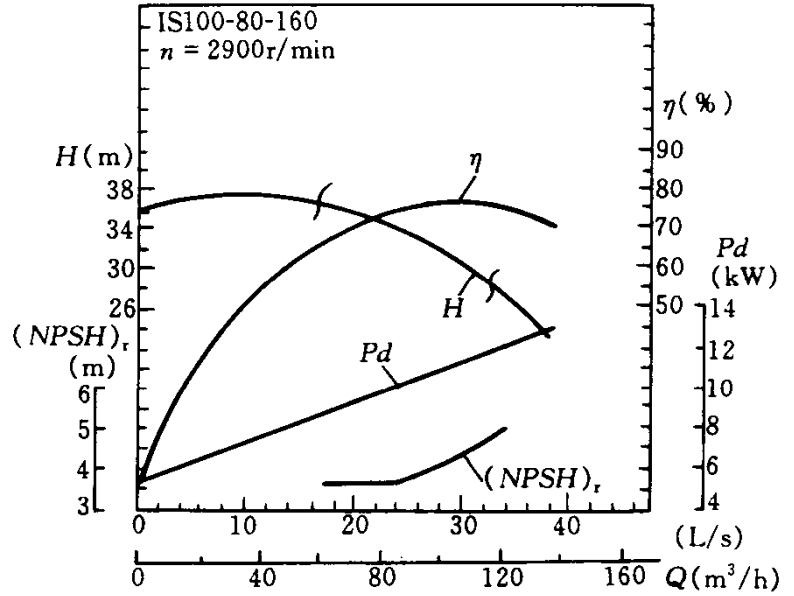


图 2-34 IS100-80-160 型性能曲线

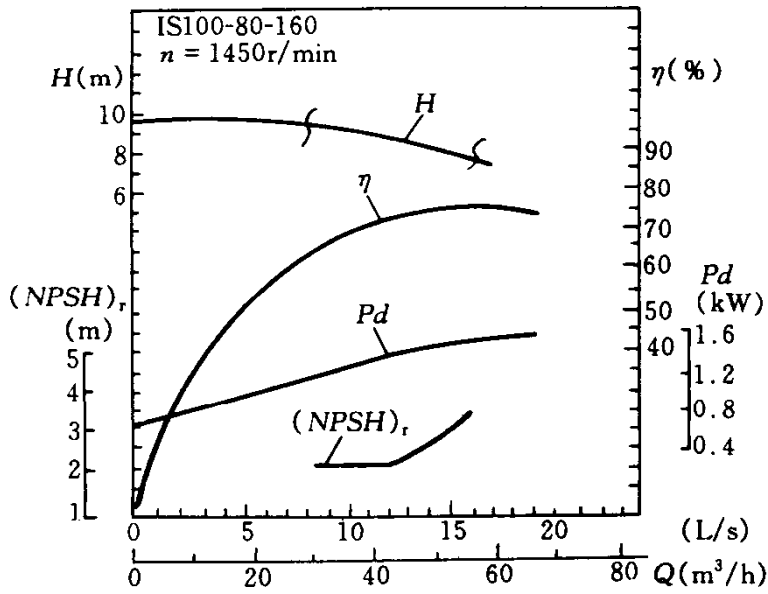


图 2-35 IS100-80-160 型性能曲线

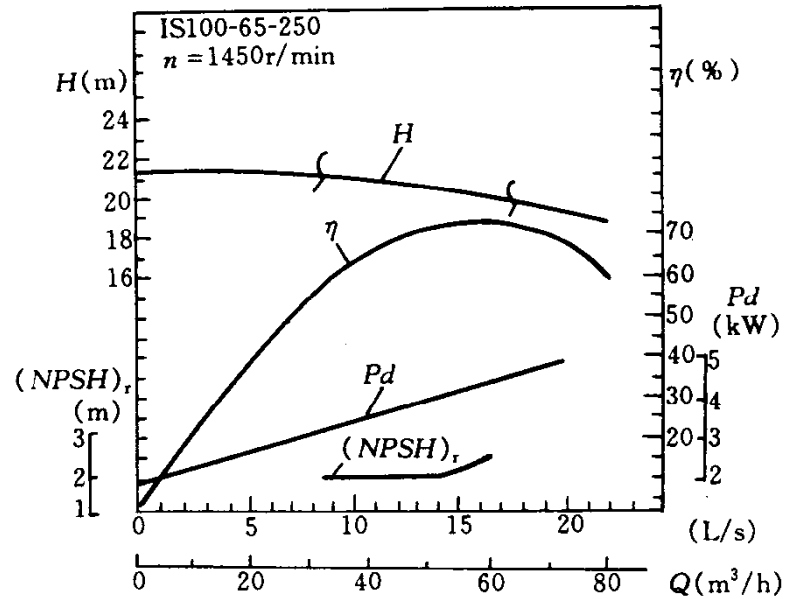


图 2-36 IS100-65-250 型性能曲线

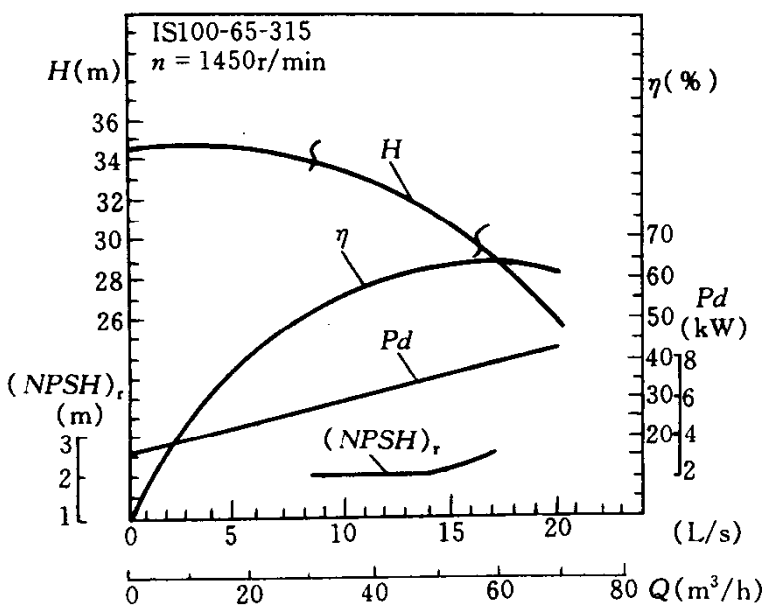


图 2-37 IS100-65-315 型性能曲线

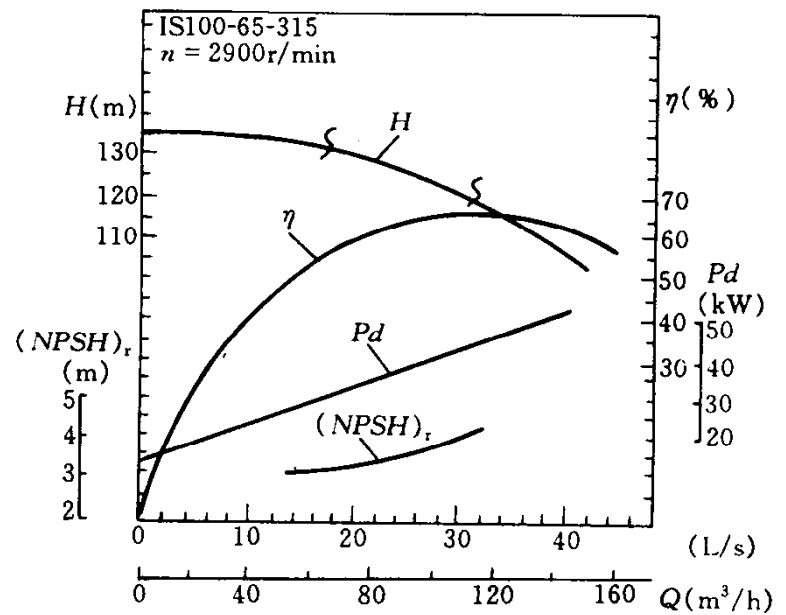


图 2-38 IS100-65-315 型性能曲线

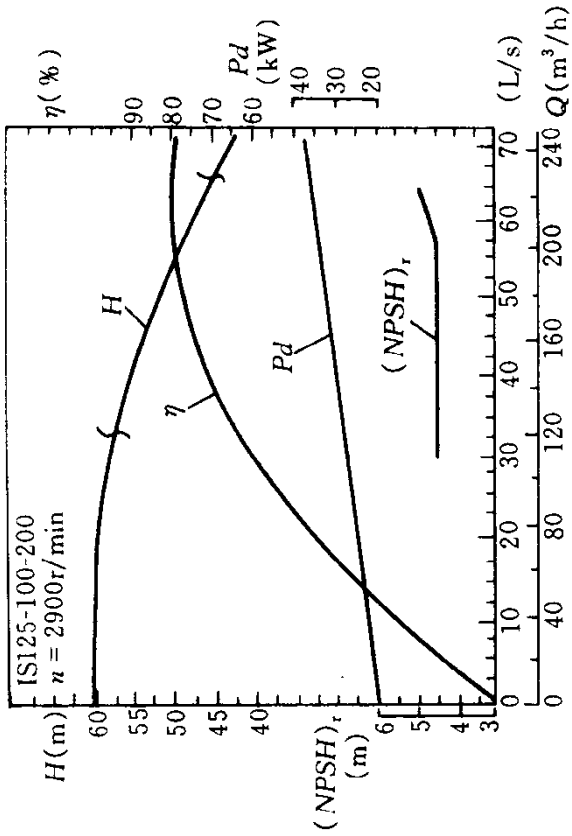


图 2-39 IS125-100-250 型性能曲线

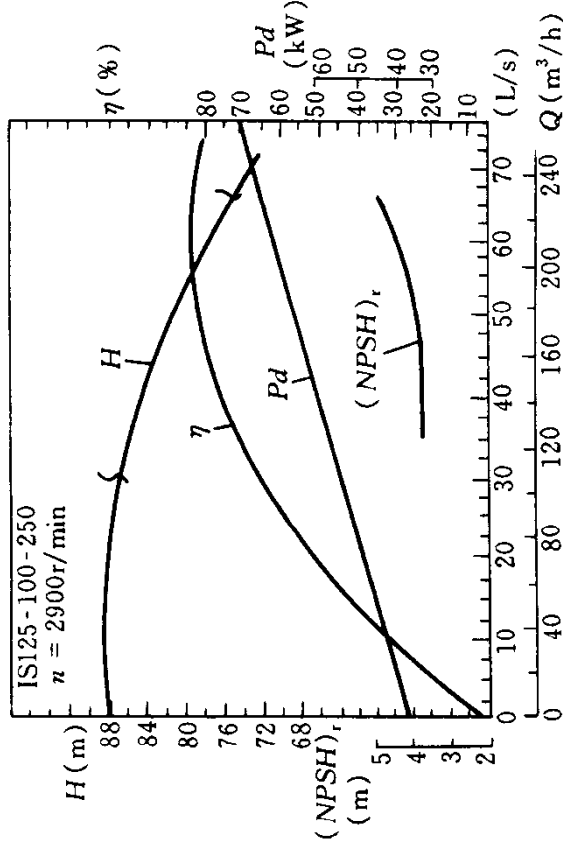


图 2-41 IS125-100-200 型性能曲线

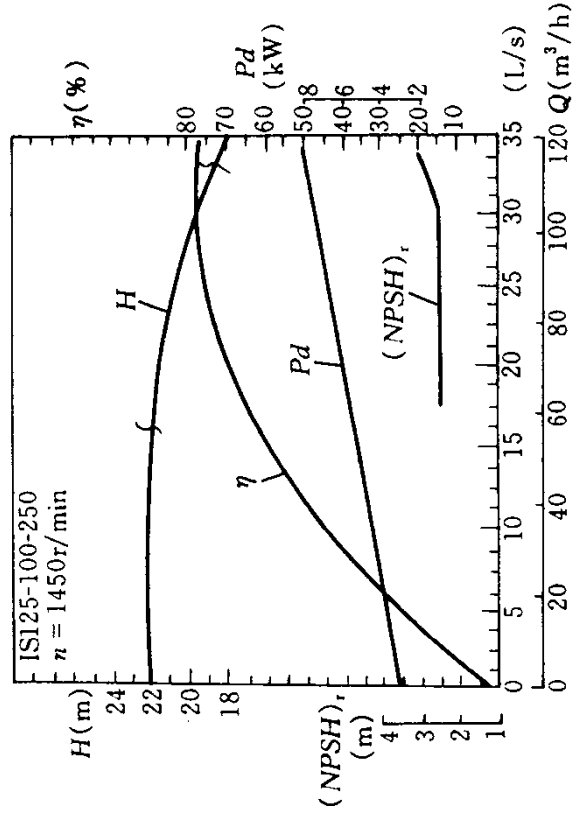


图 2-42 IS125-100-250 型性能曲线

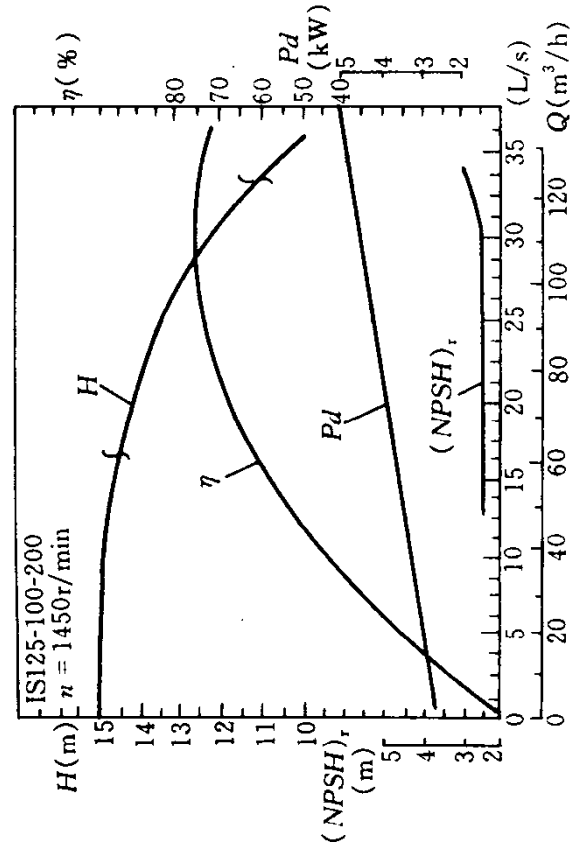


图 2-43 IS125-100-200 型性能曲线

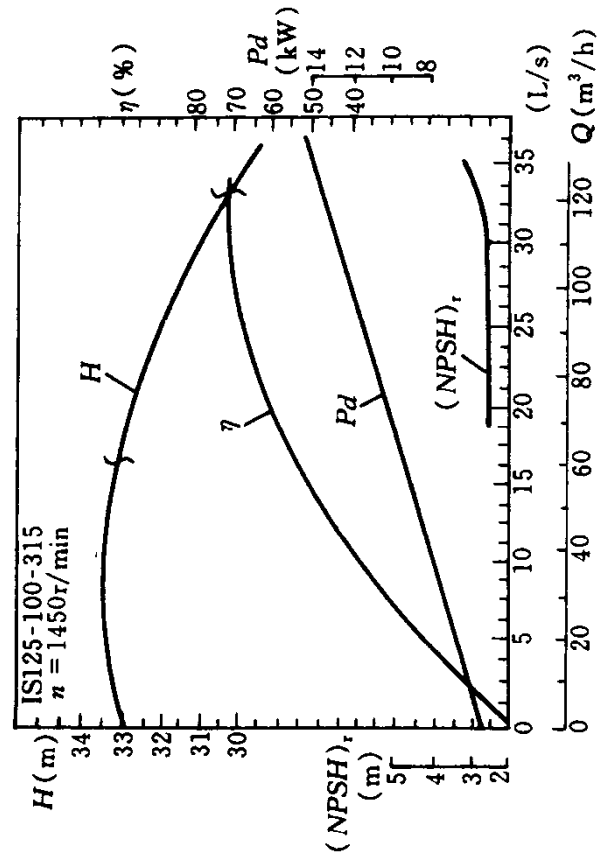


图 2-44 IS125-100-315 型性能曲线

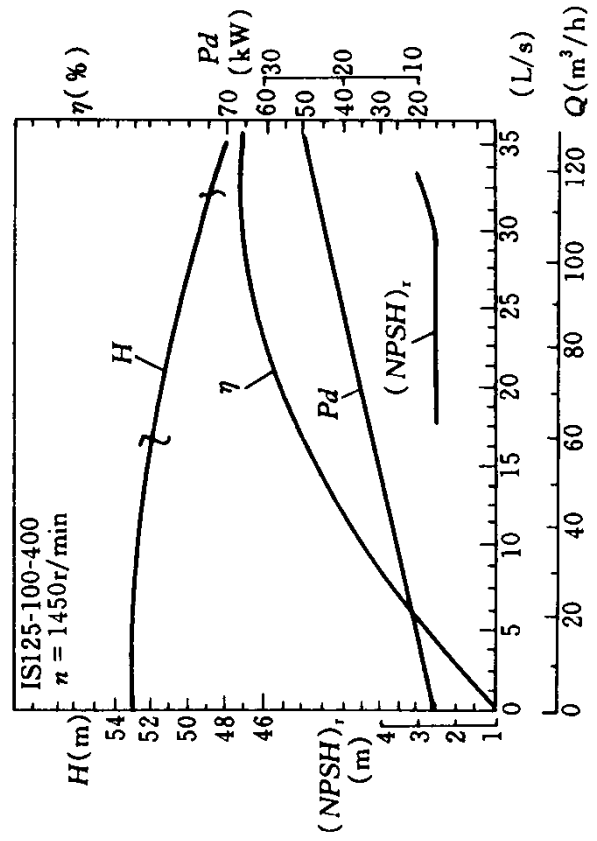


图 2-46 IS125-100-400 型性能曲线

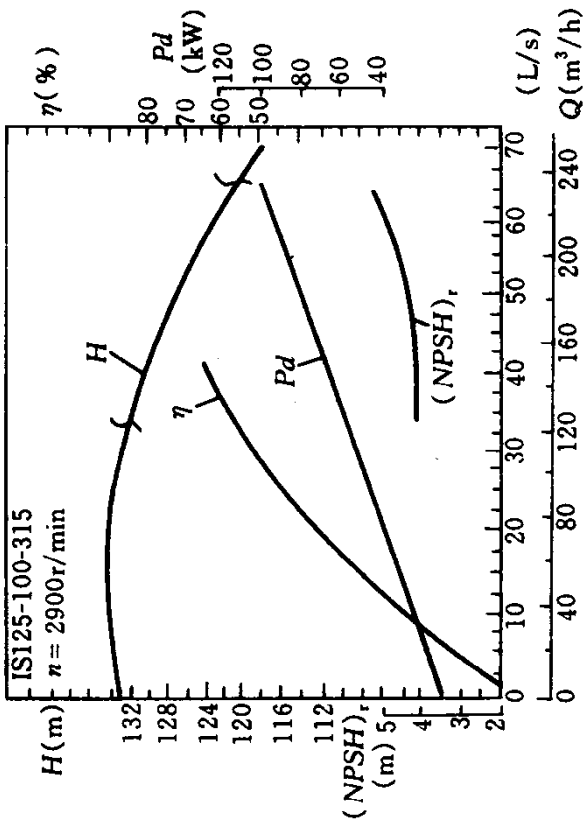


图 2-43 IS125-100-315 型性能曲线

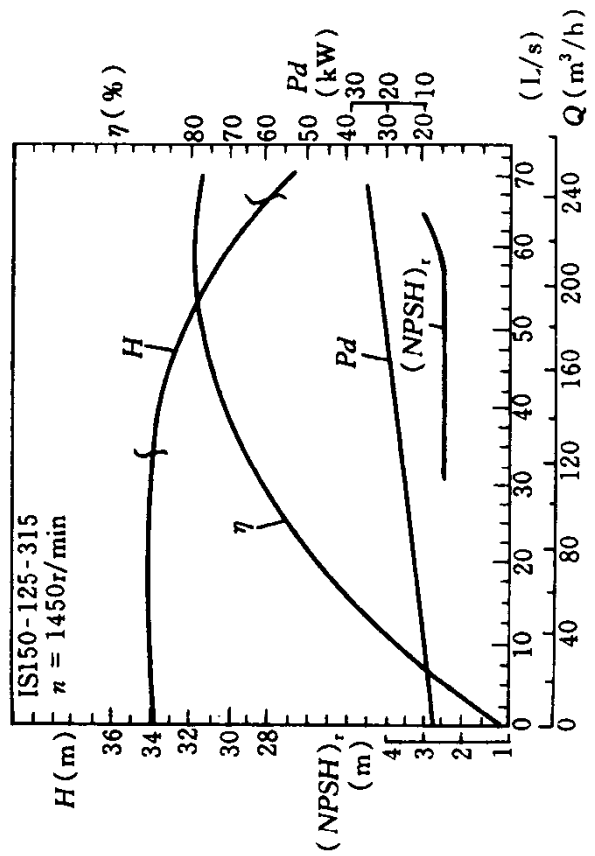


图 2-45 IS150-125-315 型性能曲线