

压力钢管的制作和安装

利 电 力 出 版 社

内 容 提 要

本书内容主要是叙述压力钢管的制作、安装方法和焊接工艺，同时，还简单介绍焊缝质量检查方法、钢管涂料种类以及制作钢管的原材料性能和种类等。

本书可供从事水电站金属结构安装的工人和技术人员阅读。

压力钢管的制作和安装

水电部第七工程局安装处

水电部第六工程局安装大队

云南省电力局水电安装处

•

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

•

1975年2月北京第一版

1975年2月北京第一次印刷

印数 00001—20,400册 每册 0.54元

书号 15143·3119

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地
建设社会主义。

工业学大庆

在生产斗争和科学实验范围内，人
类总是不断发展的，自然界也总是不断
发展的，永远不会停止在一个水平上。
因此，人类总得不断地总结经验，有所
发现，有所发明，有所创造，有所前
进。

前 言

压力钢管是水电站工程的主要组成部分之一。其制造、安装的快慢，质量的好坏，直接关系到水电站建设的速度和以后运行的安全。

我国水电建设战线的广大工人和工程技术人员，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，狠批了刘少奇、林彪反革命修正主义路线的干扰和破坏，高举“鞍钢宪法”的旗帜，独立自主，自力更生，走自己工业发展的道路，在压力钢管制作安装方面，进行了许多改革和创造，积累了不少经验。

当前批林批孔运动正朝着深入、普及、持久方向发展，水电建设的广大机电安装工人，为了更好的抓革命，促生产，加快水电建设步伐，迫切要求总结交流这方面的经验。为此，我们遵照毛主席“要认真总结经验”的教导，对1958年水电部原水电建设总局组织编写的《压力钢管的制作与安装》一书进行了补充改写。本书在编写过程中，我们曾先后到有关水电工地、水工机械厂和其他有关工厂进行了学习和调查，各单位的领导、工人和工程技术人员给了我们热情帮助和支持，提供了不少来自实践的经验 and 资料；水电部的有关同志对初稿也提了不少宝贵意见。在此一并表示感谢。

由于我们水平有限，缺点错误一定不少，恳切希望广大工农兵读者批评指正。

编 者

一九七四年七月

目 录

前 言

第一章 概 述..... 1

第一节 压力水管的作用和种类..... 1

第二节 压力钢管的布置形式..... 1

第二章 钢管制作前的准备工作..... 5

第一节 安装人员组织..... 5

第二节 施工机械配备..... 5

第三节 钢管厂布置..... 6

第三章 制作钢管的原材料.....12

第一节 钢 板.....12

第二节 焊 条.....18

第三节 焊丝和焊剂.....19

第四章 钢管制作.....21

第一节 瓦片制作.....21

第二节 单节组装.....36

第三节 大节组装.....42

第五章 钢管运输.....45

第一节 运输工具.....45

第二节 运输线路.....48

第六章 钢管安装.....50

第一节 坝内式钢管安装.....50

第二节 隧洞式钢管安装.....63

第三节 露天式钢管安装.....70

第四节 灌浆孔堵头安装.....73

第五节 钢管维护、检修设备的安装.....74

第七章 伸缩节、叉管、闷头的制作和安装	76
第一节 伸缩节的组装和安装.....	76
第二节 叉管的制作和安装.....	85
第三节 闷头的制作和安装.....	108
第八章 钢管焊接	114
第一节 手工电弧焊接.....	114
第二节 埋弧自动焊接.....	123
第三节 气电自动立焊.....	150
第四节 碳弧气刨.....	162
第九章 焊缝质量检查	167
第十章 钢管涂料	175
第一节 除 锈.....	175
第二节 涂料的种类.....	179
第三节 涂漆方法及设备.....	182
附 录	185
附录 I 在斜坡道上牵引钢管时, 钢丝绳 直径的计算公式.....	185
附录 II 钢管滑移时, 吊鼻位置的计算公式.....	189
附录 III 普通低合金结构钢电焊条牌号编制说明.....	190
附录 IV 普通低合金结构钢焊条的机械性能、 化学成分和用途简明表.....	192
附录 V 埋弧自动焊焊剂牌号编制说明.....	196
附录 VI 普通低合金结构钢埋弧自动 焊焊剂用途简明表.....	197
附录 VII 普通低合金结构钢埋弧自动 焊焊丝的化学成分表(%).....	198
附录 VIII 焊缝金属及焊接接头的机械性能试样.....	199
附录 IX 普通低合金结构钢抗裂性能试验方法.....	202
附录 X 电焊机产品型号的代号的意义.....	204

第一章 概 述

第一节 压力水管的作用和种类

压力水管是水电站的主要组成部分，它衔接着电站的进水口和水轮机蜗壳，起着将水由进水口引入蜗壳，推动水轮机转动的作用。根据制造材料的不同，压力水管可分为下列三种：

一 木 质 水 管

木质水管是用木板做成的。这种水管目前我国多数只在农村小型水电站上使用。其优点是造价低，重量轻，可就地取材，运输方便，制作、安装简单，缺点是木材易腐烂，在木材有缺陷的地方容易漏水。

二 钢筋混凝土水管

钢筋混凝土水管，适用于中、小型水电站，可以是普通钢筋混凝土水管，也可以是预应力钢筋混凝土水管。这种水管的优点是节约钢材，缺点是密实性较差。

三 压 力 钢 管

压力钢管，多用于大、中型水电站。大、中型水电站的水管要承受较大的内水压力，并且是在不稳定的水流下工作，如果在运行时发生事故，后果较上述两种水管严重。对这类水管的强度、韧性和密实性有一定的要求，通常是采用优质钢板制成的钢管。

第二节 压力钢管的布置形式

我国幅员广阔，水力资源极其丰富。解放后，在我们伟大领

袖毛主席的**独立自主，自力更生**的方针指引下，自行设计、施工，建成了许多大型水电站。根据这些水电站的地形、地质和水文等条件的不同，有的建成高坝式电站，有的建成引水隧洞式电站。作为引水设备的压力钢管，其布置形式也就不同，常见的有：

一 坝 内 式 钢 管

压力钢管埋设在坝内，厂房在坝内或坝后（见图 1-1）。钢管将水直接由进水口引入厂房，钢管的长度不长，管径较大。已建成的电站中，最大管径有达 8 米的。这种布置形式的钢管，安装比较方便，有的配合大坝混凝土浇筑进行安装；有的则是预留位置，以后再安装钢管，浇筑二期混凝土。

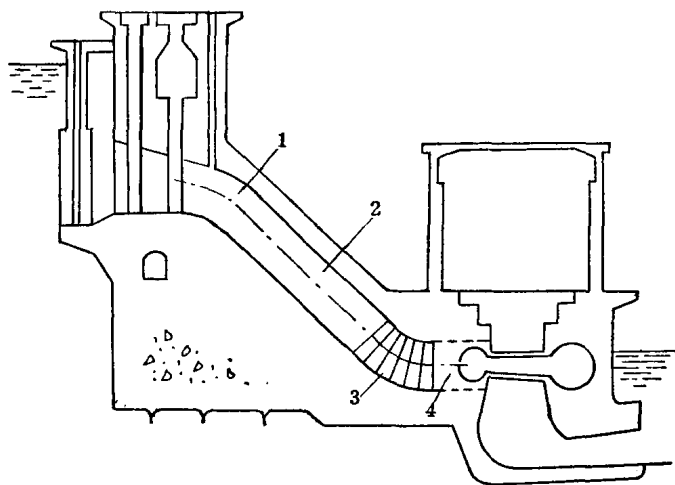


图 1-1 坝内式钢管

1—上弯段钢管；2—斜段钢管；3—下弯段钢管；4—水平段钢管

二 隧 洞 式 钢 管

压力钢管埋设在隧洞混凝土内。当水头很高时，钢管的长度很长。我国已建成的水电站中，水头最高有达 720 米，长度超过

1800米的。这种布置形式的钢管，因空间位置受到洞壁岩石的限制，安装比较困难（见图1-2）。

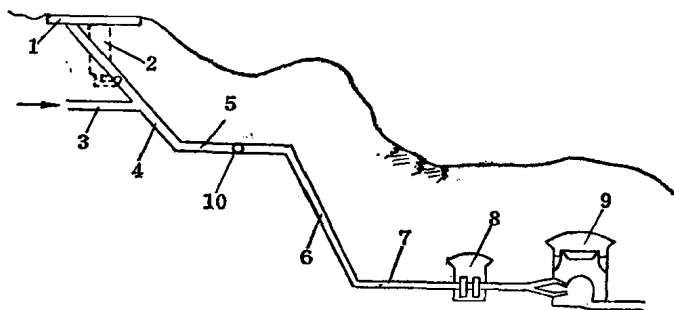


图 1-2 隧洞式钢管

1—渠道；2—调压井；3—引水隧洞；4—1"斜段钢管；5—1"平段钢管；
6—2"斜段钢管；7—2"平段钢管；8—球阀室；9—地下厂房；10—施工及
运输支洞

三 露天式钢管

露天式的压力钢管敷设在坝后、坝内或进水口建筑物的后面，直接暴露在大气中，受温差变化影响较大。这类型式的钢管需要具备在一定范围内，可以自由伸缩移动的性能，结构比较复杂。同时，因为是明管，一旦发生事故，后果较为严重，故对其质量要求，也较前两种形式严格。目前，我国最大的露天式钢管，管径也有达8米的（见图1-3）。

钢管根据供水方式不同，又可分为：

1. 单独供水

一条压力钢管只供一台机组用水（见图1-4甲）。这种供水方式的钢管，结构简单，运行可靠，当一条钢管或进水口闸门进行检修时，其他机组不受影响。

2. 联合供水

一条压力总管向二台或二台以上的机组供水（见图1-4乙、丙）。这种供水方式的优点是减少建筑工程量，节约投资。缺点

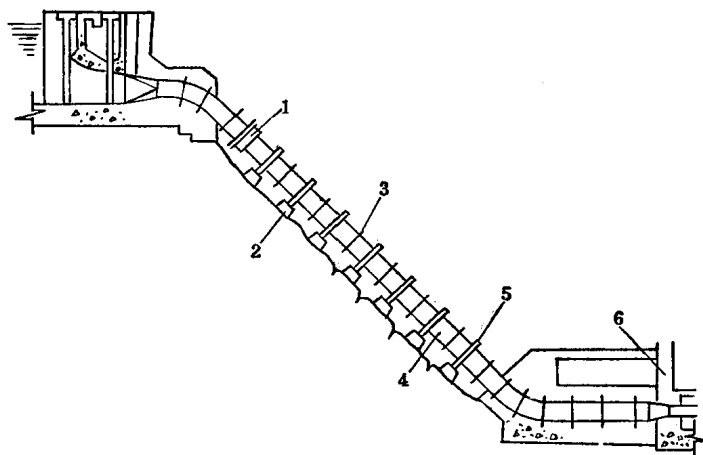


图 1-3 露天式钢管

1—伸缩节；2—支座；3—加劲环；4—钢管；5—支承环；6—厂房

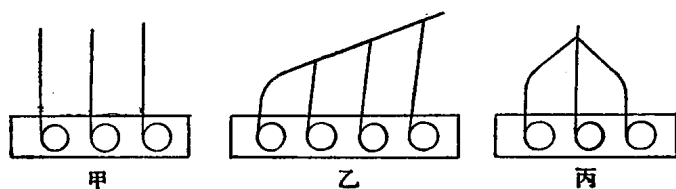


图 1-4 各种不同供水方式的钢管布置

甲—单独供水；乙、丙—联合供水

是运行可靠性较差，当总管或进水口闸门进行检修时，要影响几台机组运行。

钢管的布置形式虽有不同，但在结构上，一般都是由上弯管、斜管（或竖井钢管）、下弯管、下水平管等几部分组成。其主要的构件有主管、叉管、渐变管、伸缩节、支座、支承环、加劲环和进入孔等。

本书内容，主要就是介绍这些构件的制作和安装。

第二章 钢管制作前的准备工作

钢管制作前的准备工作很多，主要是安装人员组织，施工机械配备和钢管厂布置。现在分别叙述如下。

第一节 安装人员组织

钢管制作工序较多，需要的工种也较多，有铆工、起重工、焊工、油漆工、探伤工和空压机工等。主要是铆工、焊工和起重工。安装人员人数的配备与钢管制作工程量的大小、工期长短、机械化程度高低、施工方法等因素有关。过去已经施工的水电站，其配备的人数，差别就很大。故配备人数时，应当在合理组织生产，灵活调动人员，提高机械化程度的基础上，结合各水电站的具体情况，进行考虑。

第二节 施工机械配备

钢管制作所使用的机械，主要有三部分。第一部分用于瓦片加工，有卷板机、刨边机、半自动切割机、手提砂轮机和乙炔发生器等；第二部分用于钢管组装，有电焊机、自动电焊机、空压机、喷涂和探伤设备等。这些设备需要的数量和型号，主要也是取决于钢管制作的工程量、工期、施工方法、钢板的材质和规格。情况不同，配备的数量、型号也就不同，很难作出具体规定，只能根据各水电站情况，在充分提高机械利用率的原则下进行配备；第三部分是用于吊装的起重设备。吊运瓦片的设备一般都是用轻型移动式门机和电动葫芦。吊运钢管的起重设备则种类较多，不同类型的起重设备，其性能也不同。因钢管制作的每一道工序都

要经过吊运，所以选用合适的起重设备，对钢管制作的进度有很大影响。钢管厂常用的起重设备有下列几种，可以根据具体情况加以选用。

(1) 臂式门座起门机 这种起重机的回转半径和起吊高度大，活动范围广，吊装方便，是钢管厂最理想的吊装设备。但结构复杂，安装工程量，需浇筑混凝土基础。

(2) 龙门式起重机 这种门机结构较简单，比前者容易安装，但起吊高度有限，活动范围限制在门机行程之内，不如臂吊灵活方便。

(3) 履带式起重机 这种起重机行走速度慢，吊臂的起吊高度和回转半径有限，用作对圆、组装不如前二种理想。其优点是不要基础，无须安装，主要用于移动成节钢管。

(4) 悬臂式拔杆 这种起重设备结构简单，起重臂可以上下移动和围绕立杆旋转，能在一定范围内活动，主要用于移动成节钢管。

(5) 走线 在缺乏机械设备的情况下，也可以用人字架，架设走线，吊运瓦片和钢管。但效率较低，活动范围局限于走线下面。

第三节 钢 管 厂 布 置

一 钢管厂布置形式

目前，我国不少水工厂已具备瓦片制作条件，许多水电站的瓦片已不是全部在工地制作。有的是一部分瓦片在工厂卷制，一部分在工地卷制；有的是在工厂做成管节运往工地；有的则全在工地卷制。根据钢管在工地制作的程度不同，其工程量和工作内容就有很大差别，钢管厂的布置形式也就不同。

1. 全部瓦片在工地制作

全部瓦片在工地制作的钢管厂布置，既要有钢管对圆、组装

场地，还要有瓦片加工车间。钢管制作有多道工序，各工序互相衔接，容易开展流水作业。钢管厂布置就应为钢管制作开展流水作业创造条件。

加工车间的规模与钢管制作工程量的大小、钢管的尺寸等因素有关，一般车间的长度为50~60米，跨距为10~12米，高度则要求能满足成节的钢管在车间内用门机吊运。车间内部按工序先后，分为划线、切割刨边、卷板和修弧等几个区域。划线区要能容纳四张钢板同时进行划线。切割刨边区要考虑既能刨边，又同时可以对二张钢板进行切割。卷板区的空间要能满足最大长度钢板的弯卷，其两侧根据需要可适当加宽，房架也可适当加高。修弧区内，则应搭设平台，供修弧、切割加劲环和部分对圆之用。车间内配备两台轻型移动式门机，吊运瓦片和成节钢管，卷板机上有的还设有单独的起重设备，配合卷板使用。

主要的对圆和组装场地在车间外侧，按对圆、装加劲环、大节组装等工序安排。除锈、探伤场地布置于对圆平台的一端，接近成品堆放处，以免操作时干扰其他工种作业。自动焊滚焊车间布置在对圆平台另一端，车间的宽度和长度，如按纵、环缝不同时焊接的条件进行设计，则可按最大直径的钢管和最长长度的管段，每侧长出1米左右来考虑。如需同时作业，则应在上述基础上增添纵缝焊接位置。另外，还要考虑存放设备的地方。车间净高高出管顶1.5米左右，因背缝是在顶部焊接，管径小的，可自制活动钢构架进行焊接。管径大的，在接近管顶处搭设平台，平台的面积除供焊接操作之用外，还应具备存放设备的位置。

当管径很大，起重设备起吊高度不够，不能将钢管吊到滚焊台车上，则必须降低台车高程，这时，滚焊车间就得卧入地下，这种车间应作好排水措施，以防雨季积水。

管径小的，如条件许可，也可在瓦片加工车间内滚焊，不另建车间。

电焊机房布置在车间一侧，接近对圆平台，以缩短焊接区和电焊机房距离。

乙炔发生器设在加工车间一端，接近切割区。

空气压缩机室的位置，以既能照顾除锈，又能配合碳弧气刨清根为原则。

原材料堆放场地，要接近划线区，以便于吊运。成品堆放场，按约能容纳一条钢管的成品来考虑。

氧气和涂料等易燃物品仓库，尽量远离主要车间。各主要车间如瓦片加工车间、X光机室、电焊机室等建筑物，应为砖木结构，以利防火。上述钢管厂的布置形式，如图2-1所示。

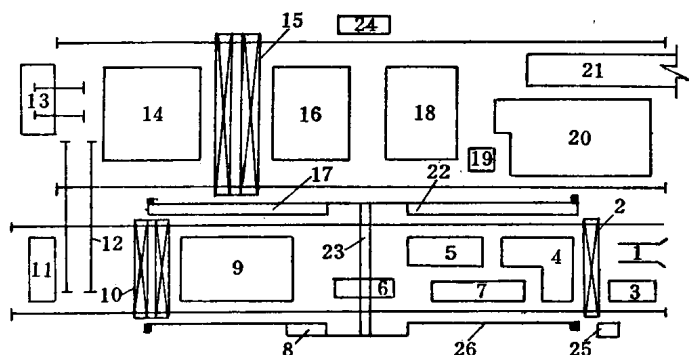


图 2-1 钢管厂布置示意图

1—公路；2—5吨门机；3—原材料堆放场；4—划线区；5—切割区；6—卷板机；7—刨边机；8—卷板机操作盘室；9—修弧、加劲环制作区；10—10吨门机；11—地炉；12—平车轨道；13—滚焊车间；14—主要对圆场地；15—龙门式起重机；16—调圆、装加劲环和大节组装场地；17—电焊机室；18—除锈场；19—X光机室；20—成品堆放场；21—铁路；22—铆工休息室；23—配合卷板的电动葫芦行走梁；24—空气压缩机室；25—乙炔发生器室；26—瓦片加工车间

2. 部分瓦片在工地制作

部分瓦片在工地制作的钢管厂，只配备小型卷板机，弯卷部分薄壁瓦片，因此，瓦片加工车间、原材料堆放场地等，可相应缩小，但对圆、组装场地还是和上述相同。

3. 全部瓦片在工厂制作

全部瓦片在工厂制作的钢管厂，可以免去加工车间建筑，只保留对圆、组装场地即可。

4. 在工厂制成管节

在工厂制成管节的钢管厂，布置更为简化，仅设置少量组装场地，配备部分电焊、切割、探伤、吊运设备即可。

在上述四种布置形式中，第四种形式只适用于小直径钢管的水电站。第三种形式，可减少工地临时建筑面积，免去大型设备的安装、拆卸，瓦片集中在工厂加工，提高了设备利用率。但如工厂和工地距离较远，运输不便，供应不能及时，则容易造成现场窝工。第一种形式，工地工作主动，制作进度快，但工地建筑面积相应增加。在水电站建设周期不长的情况下，大型设备要经常装拆，同时，利用率也低，这是其最大缺点。第二种形式，免去大型设备的经常拆装，减少了部分建筑面积，而工地安排任务则可较第三种形式主动。故目前，多数水电站的钢管厂布置倾向于采用这种形式。

但最后还必须指出：由于各水电站地形状况、气候条件、机械化施工程度差别很大，钢管厂布置形式，主要还应在当地实际情况的基础上进行考虑，不能限制于一定格式。如场地狭窄，成品堆放场地就可适当缩减，通过制作和安装的紧密衔接来进行弥补。气候条件允许，也可在露天划线、切割。反之，在气温较低地区，要求冬季施工，则建厂时就应为冬季施工准备条件，以免被动。另外，厂址选择，应尽量接近安装现场。铁路、公路敷设，起重设备配备，多为在厂内进行大节组装创造条件，以求加快制作进度，加速电站建设步伐。

二 对圆平台的形式

不论瓦片是在水工厂还是在工地加工，工地钢管厂必须设对圆平台，以组装管节。对圆平台是钢管厂的主要作业场地，对圆平台的数量不仅要满足对圆、焊接要求。同时，调圆、上支撑、

装加劲环、焊加劲环等，也应在平台上进行，以免管口不平，影响安装质量。为满足上述要求，就要多设对圆平台，平台多，占用场地面积大，增加平台建筑费用。因此，要综合考虑，尽量从加强施工管理，缩短钢管在平台上的周期，提高平台利用率来进行解决，一般以设置6~10个平台为宜。

平台的形式很多，常用的有下列几种：

1. 轻轨平台

在地上挖槽埋方木，方木上铺枕木，枕木上铺轻轨，枕木和轻轨间填以卵石。其优点是轨道间有空隙，渗水性好，用吊钩吊运瓦片时，容易脱钩，对圆时，撬动瓦片方便。但如平台面积大，轻轨使用量就多，虽然可以再用，事实上经过一段时间施工，轨顶上有的沾上焊疤，有的被割损，大部分不能再作为正式轨道使用。所以，这种平台的面积通常不大（见图2-2甲）。

2. 钢板平台

是在方木和型钢上铺设钢板而成（见图2-2乙），这种平台

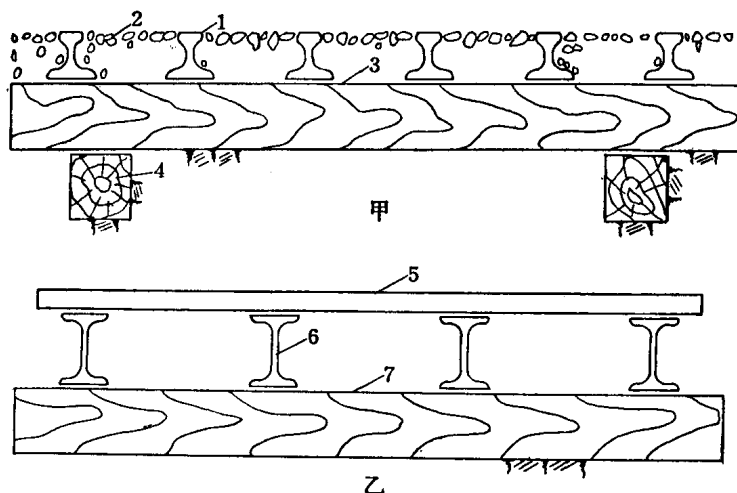


图 2-2 轻轨和钢板平台

甲—轻轨平台；乙—钢板平台

1—轻轨；2—卵石；3—枕木；4、7—方木；5—钢板；6—工字钢

搭设容易，表面平整，适用于对圆、组装叉管和伸缩节，但需大量钢材。

3. 混凝土支墩平台

为节约钢材，也有采用混凝土支墩形式的。在对圆位置，沿着钢管圆周浇筑混凝土支墩（见图 2-3 甲），支墩的间距，如作为对圆平台，则以 1~1.5 米为宜，如作为组装或装加劲环之用，则可适当放大至 2~2.5 米，支墩高出地面 300 毫米左右。这种平台，对圆位置固定，在相邻平台间，还要保持一定的距离，不能任意移动。因此，对圆场地有效面积利用率低，支墩是单个浇筑，如地基松软，还会引起下沉，下沉过多，要进行调整。这种平台适用于上加劲环、焊加劲环和大节组装。

4. 混凝土型钢平台

为克服上述局部下沉的缺点，也有在整个对圆场地浇筑一层厚为 7~8 厘米的混凝土。在对圆位置，沿着钢管圆周，每隔 1~1.5 米，挖槽埋设长为 500~600 毫米的 20 号工字钢。工字钢顶面高出混凝土 70 毫米左右（见图 2-3 乙）。因为整个场地是平整的，不对圆时，可用来组装其他构件，利用率较支墩式平台为高。

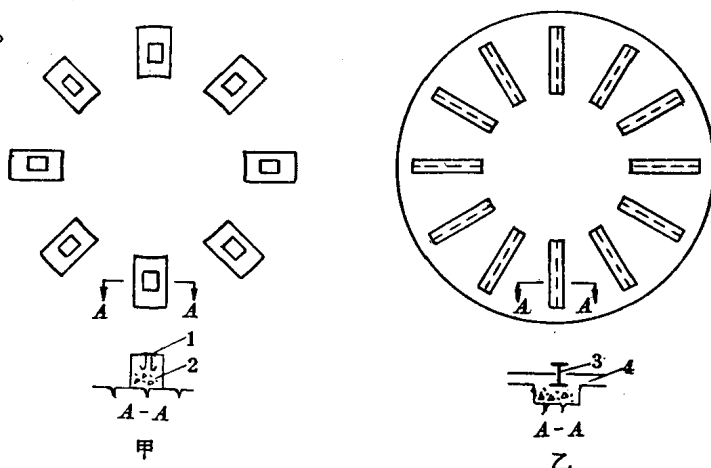


图 2-3 混凝土支墩平台和混凝土型钢平台

甲—混凝土支墩平台；乙—混凝土型钢平台

1—钢板；2—混凝土支墩；3—工字钢；4—混凝土