

广东工贸职业技术学院 院论文

题 目 浅谈都江堰水利工程项目

专业名称：建筑工程质量诊断

姓 名：18房2第二小组

(2020年11月)

浅谈都江堰水利工程项目

摘要

修建水利工程的目的，就是除害兴利——对江河的水流进行控制、对江河的水量进行调节分配，以此来预防水旱灾害，并能够满足人民群众在日常生活及生产活动中对水源的需求。由于岷江与成都平原特殊的自然地理条件，都江堰水利工程作为一个排沙泄洪、预防水旱灾害而保障民生的水利工程而被建造，在中国水利史上可被称为一个伟大的奇迹，并极具借鉴意义。本文对都江堰水利工程修建的方法、原理、其技术的承前启后及维护过程展开分析，学习到了都江堰水利工程在修建三大主体工程鱼嘴分水堤、飞沙堰溢洪道、宝瓶口进水口时所运用的“烧山开石”、“四六分水”、“竹笼装卵石”等方法，以及“热胀冷缩原理”、弯曲河道的水流运动及河床演变、悬移质泥沙的紊动扩散理论等原理知识，并了解了都江堰水利工程的科技价值——比如其合理的规划选址、巧妙的工程布局、特殊的传统水工技术、先进的管理工程等。而其所蕴含的最主要的经验，是工程的所有设计都顺应自然、乘势利导，并非无中生有、生搬硬造，利用了自然环境所带来的资源造福了当地百姓，且并没有对生态环境造成消极影响。当然，其背后的历史价值、文化底蕴、工程伦理——它在水利史上所具有的先进性意义、可持续、可继承的价值性，其背后的水神崇拜和宗教影响、诗词歌赋等艺术作品、内涵丰富的灌溉文化，其最初修造者的出发点、修造时所经历的困难、修造成果所带给人们的好处等等——都十分值得令人深思。

关键词：水利工程、修建技术、工程价值

Discussion on Dujiangyan Water Conservancy Project

Abstract

Construction of water conservancy projects, the purpose is to eliminate harm and make a profit—controlling the water flow of rivers and regulating the distribution of water quantity of rivers in order to prevent flood and drought disasters and to meet the people's demand for water in their daily life and production activities. Due to the special natural geographical conditions of Minjiang River and Chengdu Plain, Dujiangyan water conservancy project has been built as a water conservancy project to protect people's livelihood by discharging sand and flood, and preventing flood and drought disasters. It can be called a great miracle in the history of water conservancy in China and has great reference significance. Based on the analysis of the construction methods, principles, technology and maintenance process of Dujiangyan water conservancy project, this paper studies the methods of "burning mountain and opening stone", "four or six water separation" and "bamboo cage and pebble filling" used in the construction of three main projects of Dujiangyan water conservancy project, And understand the scientific and technological value of Dujiangyan water conservancy project—such as its reasonable planning and location, ingenious engineering layout, special traditional hydraulic technology, advanced management engineering and so on. The most important experience is that all the design of the project conforms to nature, takes advantage of the situation, is not created, mechanically created, using the resources brought by the natural environment to benefit the local people, and has no negative impact on the ecological environment. Of course, its historical value, cultural background, engineering ethics—its advanced significance in the history of water conservancy, sustainable and inherited value, behind its water god worship and religious influence, poetry and poetry and other literary works, rich irrigation culture, its original creator's starting point, the difficulties experienced in the construction, the benefits of the construction results, and so on—are very thought-provoking.

Key words: Water conservancy project, Construction technology, Engineering value

目录

1 前言.....	1
2 建造都江堰水利工程的目的.....	2
3.1 排沙泄洪，预防水旱灾害.....	3
3.2 满足军事需要，保障民生，维护社会稳定.....	3
3 都江堰水利工程主体工程修建分析.....	3
3.1 三大主体工程修建方法.....	3
3.2 三大主体工程修建原理分析.....	3
3.3 都江堰工程技术的承前启后及维护.....	3
4 都江堰水利工程建造成果	4
4.1 都江堰工程规模.....	4
4.2 都江堰工程的科技价值.....	4
4.3 都江堰工程的历史价值.....	4
4.4 都江堰工程的文化底蕴价值.....	5
总结.....	7
参考文献.....	8
致谢.....	9

1 前言

都江堰水利工程作为杰出的中国古代水利工程之一，在中国的水利工程乃至世界水利史上都有着不可替代的地位，在中国的工程建设史上留下了极其浓墨重彩的一笔。作为一个伟大的奇迹，中国古代人民的智慧结晶，其创建有着十分有价值的借鉴意义。因此，本文将对都江堰水利工程修建的方法、原理、其技术的承前启后及维护过程展开分析，学习都江堰水利工程在其恶劣的自然环境条件与有限的建筑材料、基础人力资源水平的时代背景下是如何修建三大主体工程鱼嘴分水堤、飞沙堰溢洪道、宝瓶口进水口及其附属工程的，并对其后续多年的建造维护成果与修建经验、历史价值进行了简单的分析与研究。目前的水利工程项目建设还存在着一定的问题，比如在管理环节中由于利益的驱使下，很多单位的内部管理缺乏章法，职责没有具体落实在相关工作人员身上，开展建设项目的费用不足，管理系统的监察力度水平偏低等等。而都江堰水利工程从三国时期所形成的政府分级管理和用水户参与管理的管理体制以及后面宋朝建立并延续至今的岁修制度时至今日仍值得我们去学习与研究。水利工程项目的建设的目的理应是借助人人类累计的科学理论知识去克服自然给人类所带来的难题并借助自然资源为人民百姓带来福祉，我们学习知识也应该坚定自己将来所需要坚持的原则与目标，不忘初心，牢记使命，为人民服务。

2 建造都江堰水利工程的目的：

2.1 排沙泄洪，预防水旱灾害：

都江堰水利工程位于四川成都平原西部都江堰西侧的岷江上，距离成都 56 公里。成都平原虽有“天府之国”之称，在古代却是一个水旱灾害非常严重的地方，在李白《蜀道难》中所描述的“蚕丛及鱼凫，开国何茫然”、“人或成鱼鳖”就可见一斑。作为长江上游的一大支流上的水利工程，都江堰最初修建的主要目的就是为了排沙泄洪，防范水旱灾害。而当地水旱灾害多发是由岷江和成都平原“恶劣”的自然条件造成的：

1.岷江是长江上游左岸的一级支流，发源地是四川与甘肃交界的岷山南麓，分为东源和西源，东源出自弓杠岭，西源出自郎架岭，两源在松潘境内漳腊的无坝汇合，向南流经四川省的松潘县、都江堰市、乐山市，在宜宾市汇入长江。全长 793 公里，流域面积 133,500 平方公里，总水量年均 150 亿 m³ 左右，河口流量 2830 立方米/秒。岷江流域广，水量大；含沙量大，平原河道弯曲，水流不畅，易引发洪涝灾害。

2.我国大部分地区受季风影响，降水水量与地区分配十分不均匀，且每年的降水情况都有所变化，因此江河流域地区经常发生水旱灾害。当夏季风较强时则南方容易发生洪涝，北方容易发生旱灾；当夏季风较弱时则反之。因此，需要建造都江堰水利工程来泄洪引流。

3.岷江出岷山山脉，自西向南流经四川盆地、成都平原等地，且在整个成都平原都是地上悬江——由于泥沙淤积而高出两岸地面而导致河流河床高于地面，而泥沙淤积严重易引发水灾。成都平原的整个地势从岷江出山口玉垒山，向东南倾斜，坡度很大，都江堰距成都 50km，却达到了 273m 的巨大落差。河流落差大，流速快，河流侵蚀作用明显，会导致河流含沙量增加；泥沙淤积则容易堵塞河道，使水流不畅，又因水量大，所以易引发洪涝灾害。

2.2 满足军事需要，保障民生，维护社会稳定：

都江堰的建造有其背后特殊的历史背景——战国时期。在这个时期中，诸国混战，兵荒马乱，烽火连年，民不聊生。百姓渴望统一，过上安稳的生活。恰逢秦国经商鞅变法改革后名贤辈出，国势日盛，开始兼并他国。

公元前 316 年，秦惠文王采纳了大将司马错所提出的“得蜀则得楚，楚亡则天下定矣”的军事主张，正确地意识到了巴蜀地区在统一中国中的特殊战略位置，举兵占下巴蜀全境。后期，秦国的军队在攻打楚国时由于粮草兵马短缺、无法及时补充而战败，暴露了蜀国作为枢纽运输物资需要长途跋涉、耗费时间长劳力多的短板——在蜀国中心征集军需物资，在岷江上游的汶山造船和起运，其中路程有五十多公里之远。

在战国末期，即公元前 272 年，秦昭王委任学识渊博的李冰为蜀国郡守。按照秦国的耕战文化和司马错的军事思想，李冰任职后，首当其冲就是下定决心去解决岷江水旱灾害，把蜀郡打造成为秦国统一天下的战略基地，改道岷江，引水经过成都，将其变成一条真正的战争补给线。所以，在战国时期，建设都江堰水利工程的根本目的是满足军事的需要，为秦国征战打下了战略基础。但与此

同时，都江堰的巧妙建造也满足了排沙泄洪、引水灌溉的目的，达到了保障民生发展农业的效果，也为秦国经济奠定了一定的经济基础。

而在后来的历史中，维护修建都江堰水利工程，主要是为了以下目的：

1. 保证人民群众的生命财产安全。

解放军抢修都江堰一事中可见一斑。解放四川后，贺龙司令员指出，要先抢修都江堰，把已延误的岁修时间抢回来，并决定从军费中拨出专款，确定由王希甫负责，由驻灌县解放军协助抢修。

1949年12月30日，四川省第一行政公署过渡政府、温江县政府、省议会、灌县政府等以快邮代电的方式给解放军第一野战军、成都军管会致函。其中写道“都江堰岁修工程是川西平原每年食粮生产的唯一源泉，向例冬至前都江堰闸水，先由外江各县淘河，至立春后，再由内江淘河，稍有延误，次年春耕绝望，今年，因军事影响，属于省修工程部分的都江堰闸水工程时间延误，若不及时加紧抢修，明年内外江水旱之灾立现，特此呼吁，请由军管会责成省修工程部分立时兴工，各县工程然后方可着手，时机迫切，务恳垂念川西数百万生灵，俯允所请为祷。”

2. 保障农业发展，保证经济发展水平稳定。都江堰灌区是四川省经济最发达的地区，也是四川政治、经济、文化的中心地带。它由渠首枢纽、灌区各级引水渠道，各类工程建筑物和大中小型水库和塘堰等所构成的一个庞大的工程系统，担负着四川盆地中西部地区7市（地）36县（市、区）1003万余亩农田的灌溉、成都市50多家重点企业和城市生活供水，以及防洪、发电、漂水、水产、养殖、林果、旅游、环保等多项目标综合服务，是四川省国民经济发展不可替代的水利基础设施，其灌区规模居全国之冠。

3 都江堰水利工程主体工程修建分析

都江堰水利主体工程为鱼嘴分水岭、飞沙堰溢洪道和宝瓶口进水口，这三大工程组成了一个完整的大系统。该工程针对岷江与成都平原悬江的特点与矛盾，充分发挥水体自调、避高就下、弯道环流的特性，将岷江水流分成两条，其中一条水流引入成都平原，这样既可以分洪减灾，又可以引水灌田、变害为利。

3.1 三大主体工程修建方法

第一期工程：[宝瓶口](#)

以烧石开山为主的传统方法，使岩石爆裂以后，将碎石推入江中，形成水道。在玉垒山向西伸进岷江的这一块山尾巴，用人工开凿出宽20公尺，高40公尺，长80公尺岩石，给拦腰截断，形成一个向东的分水口。因其形状酷似瓶口，故取名“宝瓶口”，把开凿[玉垒山](#)分离的石堆，即留在江心的那一块山体，叫做“离堆”。之所以要修宝瓶口，是因为只有打通玉垒山，使岷江水能够畅通流向东边，才可以减少西边的江水的流量，使西边的江水不再泛滥，同时也能解除东边地区的干旱，使滔滔江水流入旱区，灌溉那里的良田。这是治水患的关键环节，也是都江堰工程的第一步。

第二期工程：鱼嘴

采用“四六分水”的设计。宝瓶口引水工程完成后，虽然起到了分流和灌溉的作用，但因江东地势较高，在枯水期，江水不爱往东流，江水难以流入宝瓶口，成都平原得不到灌溉。为了使岷江水能够顺利东流且保持一定的流量，并充分发挥宝瓶口的分洪和灌溉作用，修建者在开凿完宝瓶口以后，又决定在岷江中修筑一个几百米长的大堤——“金刚堤”，将岷江水一分为二：一支顺江而下，另一支被迫流入宝瓶口，即西面的原有岷江河道叫做“外江”，东面的河道叫做“内江”。由于分水堰前端的形状好像一条鱼的头部，所以被称为“鱼嘴”。由于内江窄而深，外江宽而浅，这样枯水季节水位较低，则60%的江水流入河床低的内江，保证了成都平原的生产生活用水；而当洪水来临，由于水位较高，于是大部分江水从江面较宽的外江排走，这种自动分配内外江水量的设计就是所谓的“四六分水”。同时，内江在凹岸，外江在凸岸又刚好解决了泥沙淤积问题。

第三期工程：飞沙堰

飞沙堰采用竹笼装卵石的办法堆筑。将堰顶做到比较合适的高度，起一种调节水量的作用。当内江水位过高的时候，洪水就经由平水槽漫过飞沙堰流入外江使得进入宝瓶口的水量不致太大，保障内江灌溉区免遭水灾；同时，漫过飞沙堰流入外江的水流产生了漩涡，由于离心作用，泥砂甚至是巨石都会被抛过飞沙堰，因此还可以有效地减少泥沙在宝瓶口周围的沉积。

3.2 三大主体工程修建原理分析

第一期工程：宝瓶口

(1) “热胀冷缩原理”：在宝瓶口修建时期还未发明炸药，则须采用人工开山的办法，而当时修建者就想出火烧石的办法，利用热胀冷缩的原理，从而加快了整个工程的修建进度，是一个了不起的科学方法。

(2) 弯曲河道的水流运动及河床演变——弯道水流的动力轴线，主要特点：在弯道进口段或上游过渡段，偏靠凹岸；随水位流量变化，主流线低水傍岸，高水居中。所以在枯水期水流傍向凹岸宝瓶口水量不足。

第二期工程：鱼嘴

(1) 悬移质泥沙的紊动扩散理论——含沙量分布上稀下浓，分布不均，重力使得下沉，淤积作用明显；扩散使其悬浮，冲刷增强；

(2) 弯曲河道的水流运动及河床演变——水流作曲线运动，由于离心力作用水面产生横比降形成封闭环流，表层水流流向凹岸，底层向凸，这一环流叠加在主流上，形成螺旋流；所以内江在凹岸，江水的表层清水会抢进内江；而江水的底层浊水就会流入凸岸的外江。这就在很大程度上解决了泥沙淤塞内江的问题。

第三期工程：飞沙堰

(1) 悬移质泥沙的紊动扩散理论：含沙量分布上稀下浓，分布不均，重力使得下沉，淤积作用明显；扩散使其悬浮，冲刷增强。

(2) 弯曲河道的水流运动及河床演变——顶冲点（主流开始逼近凹岸的位置）冲击凹岸形成漩涡，低水（含沙量大）上堰过飞沙堰，高水（清水）下挫流入宝瓶口，这又在很大程度上解决了泥沙淤积的问题，水量遇到排沙越明显。

3.3 都江堰工程技术的承前启后及维护

1935 年都江堰的鱼嘴首先改用混凝土浇筑，鱼嘴由此成为都江堰水利工程中第一个传统工程结构与现代水工结构的结合物，此后，飞沙堰、鱼尾、金刚堤等工程设施陆续采用混凝土浇筑，意味着现代水利技术、建筑材料与古老的水利工程型式在都江堰这一水利工程上达成了调和，并且使都江堰重新焕发生机。在保养方面，目前加上现代水利工程运作较为复杂，但仍遵循李冰父子留下的六字方针“深淘滩，低作堰”。

“低作堰”则是岷江水被鱼嘴一分为二，在洪水期，内江水多，宝瓶口发挥了作用限制了流量，大量水被宝瓶口阻拦，多余的水水面超过飞沙堰时，则会在飞沙堰的弯道被甩出外江。这时飞沙堰是排水通道，所以飞沙堰不宜修过高否则阻止内江水排向外江，导致倒灌进四川盆地。这为叫做“低作堰”。“深淘滩”则是内江水的长期运营，仍有沙石在飞沙堰对面的回水区凤栖窝沉淀，每年枯水期则需要河工把河床里淤积的泥沙挖掉，让河床的高度恢复较低的水平。这就是“深淘滩”。总之，“深淘滩，低作堰”则是都江堰两千多年平稳运营的核心所在。

4 都江堰水利工程建造成果

4.1 都江堰工程规模

都江堰灌溉工程体系主要包括都江堰渠首枢纽、各级灌排渠系及控制性工程等。渠首枢纽工程由鱼嘴、飞沙堰、宝瓶口三大主体工程及附属工程系统组成。三大主体工程联合运行、精妙配合，很好地解决了引水、泄洪、排沙的矛盾，为都江堰的持续运用发挥了主要作用。此外，都江堰渠首的百丈堤、金刚堤、二王庙顺水埂、人字堤等工程，为保障主体工程安全、配合主体工程充分发挥功能发挥了重要的辅助作用。

经过近 23 个世纪不断发展，特别是 1949 年以后的高速发展时期，都江堰形成了庞大的灌排工程渠系，仅由都江堰管理局及各管理处直接管理的干渠工程系统就分为灌区总干渠、分灌区总干渠、干渠、分干渠等多级，支渠数量和长度更为庞大。

据统计，灌区现有各级干渠 111 条，长 3664 千米；万亩以上的支渠 260 条，长 3234 千米；支渠以下的末级渠道 34000 余千米。

为了适时、精确、高效实施水量调度，都江堰渠首及各级引水枢纽建设了数量众多的闸门。据统计，灌区干渠系统共建设水闸 500 余座，其中一类水闸 7 座其余大中型水闸 44 座。此外，都江堰是引蓄结合的“长藤结瓜”灌溉工程，共建有大型水库 3 座，中型水库 15 座，加上小型水库和其他小微型蓄水设施，总蓄水量 17.69 亿立方米。

4.2 都江堰工程的科技价值

一是极为合理的规划选址。都江堰渠首工程设在岷江出山口，在此处地势由高山峡谷突变为平原，岷江河床陡然开阔，水势趋缓；这里恰好又位于呈扇形伸展的成都平原的顶部，海拔 739 米，是整个都江堰灌区的制高点。良好的地理

位置，使都江堰既可扼制住刚出峡谷的岷江水势，使其不能直泻成都平原，又可因地势高而控灌整个都江堰灌区，是设置渠首枢纽的最佳位置。

二是巧妙的工程布局。三大主体工程充分利用了周围的地形环境和岷江河床弯道环流的水流规律，在整个渠首工程中起主导作用，很好地完成了引水、泄洪、排沙等任务，使都江堰成为世界上著名的无坝引水枢纽。鱼嘴将岷江分成内江和外江，并根据岷江上游来水大小自动调节内江、外江分流比，这就是都江堰“分四六、平潦旱”的神奇功效。宝瓶口和飞沙堰联合作用，在保障内江引水的同时限制了进入成都平原的水量，使多余洪水和沙石泄入外江，发挥了都江堰灌区的防洪屏障和引水咽喉作用。

三是特色鲜明、独具优势的传统水工技术。在都江堰 2270 余年的治水历史中，勤劳智慧的蜀地人民因材施用，以当地盛产的竹、木、卵石为主要材料，创造出具有都江堰特色的四大传统水工技术——竹笼、杓槎、羊圈、干砌卵石。都江堰传统水工技术具有就地取材、造价低廉、工艺简便、循环利用等优点，广泛应用于截流分水、筑堤护岸、抢险堵口等水利施工实践中，为都江堰的长效不衰发挥了重大功效。

四是先进的管理制度。都江堰从三国时期就开始设立专管机构，同时形成了政府分级管理和用水户参与管理的管理体制。省级管理机构负责都江堰渠首工程和主要干渠的管理，地方政府负责本区域内支渠的管理，支渠以下由灌区用水户自治。灌区上下游各行政区的水权与维护的责任通过对受益用水户的水费征收、水量分配、劳动力组织等制度得到保证。此外，从宋朝建立并延续至今的岁修制度，为都江堰的长治久安和持续发展发挥了重要作用。

五是都江堰是一座工程和环境高度融合且互益的生态工程。都江堰的修建充分利用了周围的地形地貌，或顺河势以建工程，或裂山形以通水道，使都江堰和周遭地理环境达到了高度的统一，形成了浑然一体的工程体系。在这里，几乎找不到工程与环境的分界。大凡古代或现代的水利工程，都必须对工程环境进行人为改造，而能将工程外延至环境，将环境内融于工程，且能达到不留痕迹、相得益彰者，唯都江堰而已矣。

4.3 都江堰工程的历史价值

一，都江堰创建历史久远，且历史跨度大。都江堰创建于秦昭襄王时期，先后历经十余个朝代而延续至今。每一个朝代都赋予了都江堰鲜明的时代特色、丰富了都江堰的历史内涵。例如唐朝国力强盛促进了都江堰的迅速发展，宋朝重视都江堰的监督考核和岁修管理，元、明两代都江堰堰工技术的变革创新等等。

二是记录都江堰的文献典籍浩如烟海，历史见证非常丰富。自西汉司马迁在《史记·河渠书》中首次记述都江堰后，东汉《风俗通义》、东晋《华阳国志》及各朝各代史书不绝于书。此外，《水经注》等地理志对都江堰进行了大量记述。

三是可持续发展的历史借鉴意义。与都江堰同时代的古巴比伦汗谟拉比渠、古罗马人工渠早已荒废，但都江堰却独步千古，不仅沿用至今且规模和效益不断发展。国内与都江堰同时代的古代水利工程虽然也有沿用至今的，但其规模、效益都不能与都江堰同日而语。都江堰漫长的发展历史、旺盛的生命力为研究水利工程的可持续发展提供了重要的历史借鉴。

4.4 都江堰工程的文化底蕴价值

都江堰在 2270 余年的发展历程中，衍生出了丰富多彩、具有都江堰特色的水文化，包括文艺、传说、宗教、建筑、民俗等，并对四川省乃至中国都产生了重要影响。

一是水神崇拜和宗教影响。四川地区一直流传着开明治水、李冰化犀斗江神、李二郎降服孽龙、望娘滩等岷江传说，寄托着四川人民对历代治水英雄的深厚感恩和无限崇敬。都江堰的创建者李冰被当地道教神化，李冰夫妇、父子均成为都江堰当地道教尊崇的重要道教神灵。都江堰也是中国本土道教及民间传说中的重要神灵二郎神的重要发源地。历史上纪念李冰的祠庙遍及四川，历代都极为重视对李冰的祭奠。

二是诗词歌赋等文艺作品。历史上诸多文人墨客、著名人物都留下过有关都江堰的文学作品，其中较为著名的有杜甫、陆游、岑参、范成大、李调元等等。此外有关都江堰的题词、碑记、民谣、典籍等数不胜数。

三是内涵丰富的灌溉文化。都江堰渠首每年冬季岁修后，在清明前后于渠首举行隆重仪式，拆除拦河杩槎，放水入灌渠，这个仪式叫做“开水节”或“放水节”“祀水节”等。它是都江堰渠首一年一度的大型节日活动。都江堰的放水节传统一致延续至 1957 年，1990 年以后又重新恢复。此外，民间传说农历六月六日为李冰生日，也是都江堰当地特有的重大节日，在这一天，灌区人民汇聚渠首，参与拜庙、集市、观戏等活动。此外，都江堰水文化对四川省的民风民俗、戏曲文艺、方言文化等都有重要影响。

都江堰水利精神都江堰也是水利精神之堰。一是从它“乘势利导、因时制宜”利用地形水势，以鱼嘴、飞沙堰、宝瓶口间的相互作用解决泄洪和排沙，体现的是顺应自然，改造自然的水利精神。二是将弯道动力学原理贯穿到整个工程中，利用河床高差分水，束窄河道形成人工“旋涡”，截留砂石，利用离心力排沙，体现的是应用科学、尊重科学。三是李冰率众凿离堆、雍江作棚、凿玉垒山则是求真务实、团结治水的写照。

都江堰水利工程技艺都江堰水利工程技艺浓缩了“因地制宜、就地取材”的智慧结晶。一是宝瓶口无坝取水，体现了人与自然相融的建筑艺术，是世界无坝取水的典范。二是“就地取材”思想，将当地条石、卵石等建筑材料广泛应用到工程岁修、截流、挡水、消能等工程建设之中。三是坚持“建管并重”原则，首创“岁修制度”，确保水利工程能够长效运行。四是坚持工程技术传承创新，从元代铁石治堰，到吉当普铸铁龟以为鱼嘴，从“笼石”和“铁石”之争论实践，都促使都江堰堰工技术得到完善提高。

总结

综上所述，全世界迄今为止年代最久、唯一留存、以无坝引水为特征的都江堰是一个科学、完整、极富发展潜力的水利工程体系，是巧夺天工、造福当代、惠泽未来，是区域水利网络化的典范，在水利历史中占有举足轻重的位置。

它的整个设计采用了科学的方法按照河流动力学的基本原理，有效控制了洪涝的发生，同时也满足灌溉和生活用水的需要，从而达到“水旱从人、不知饥馑”。其中，都江堰的科学奥妙之处集中反映在以上三大工程组成了一个完整的大系统，形成无坝限量引水并且在岷江不同水量情况下的分洪除沙、引水灌溉的能力，适应了当时社会经济发展的需要。解放后，又增加了蓄水、暗渠供水功能使都江堰工程的科技经济内涵得到了充分的拓展，适应现代经济发展的需要。

它最主要的经验，是工程的所有设计都顺应自然、乘势利导。把岷江一分为二的鱼嘴，前方有一沙洲，河流在沙洲中走成弯道，枯水季节，岷江主流直冲内江，把水自动分成内江6成、外江4成，以保证成都平原用水需要；而当洪水来袭，沙洲被淹没，水流不再受河床弯道的制约，主流直奔外江，分水比例就自动变成内江4成、外江6成，以保证成都平原不受岷江洪水袭击。如此巧妙而又自然地利用了地形地势，达到了“分四六，平潦旱”的目的。它还十分自然地应用了本地盛产的竹、木、卵石来截流分水、筑堤互岸、抢险堵口，由此总结出四大传统水工技术——竹笼、杓槎、羊圈和干砌卵石。在造福人类的同时并没有对生态环境产生负面效应，做到了科学、自然与人类利益的完美统一。在1935年，都江堰的鱼嘴首先改用混凝土浇筑，鱼嘴由此成为都江堰水利工程中第一个传统工程结构与现代水工结构的结合物，此后，飞沙堰、鱼尾、金刚堤等工程设施陆续采用混凝土浇筑，意味着现代水利技术、建筑材料与古老的水利工程型式在都江堰这一水利工程上达成了调和，并且使都江堰重新焕发生机。但其的不足之处为都江堰完全依靠地形也使得它不能再现于其他地方、工程的规模也是这项区域技术的一大限制和竹笼易腐蚀，使用寿命短的缺点也很明显，但瑕不掩瑜，都江堰的伟大是一种基于理解的伟大。它在静默无言中体现了水利工程与自然环境科学原则和美学原则的和谐互融，仍是人类史上具有意义的一笔财富。

参考文献

- [1] 都江堰水利工程网 [OL]. <http://www.dujiangyan.com.cn/show.aspx?id=74>. 2008-12-08.
- [2] CRI 中国 国际 广播电台 国际 在线 [OL]. <http://news.cri.cn/gb/27824/2012/08/22/5831s3819297.htm>. 2012-08-22.
- [3] 田锡祜. 都江堰水利工程[J]. 中学地理教学参考, 1988(02).
- [4] 郭声波. 都江堰水利工程技术的历史演进[J]. 中国历史地理论丛, 1992(04).
- [5] 李映发. 都江堰在科学技术史上的价值[J]. 四川大学学报(哲学社会科学版), 1993(02).
- [6] 郭耀文. 论河流地貌在水利建设上的作用——以都江堰为例[J]. 泥沙研究, 1999(02).
- [7] 每日都江堰 [OL]. https://www.sohu.com/a/236334610_716878. 2018-06-17.
- [8] 曹玲玲. 作为水利遗产的都江堰研究[D]. 南京大学 2013.
- [9] 四川省都江堰外江管理处. 都江堰水利文化的建设与研究[J]. 中国水利, 2020(03).
- [10] 学 术 参 考 网 [OL]. <https://www.lw881.com/jsj/slgc/215806.html>. 2017-07-19.
- [11] 学 术 参 考 网 [OL]. <https://www.lw881.com/jsj/slgc/182602.html>. 2016-08-22.

致谢

转眼间大学课堂学习即将接近尾声，向我的老师表示衷心的感谢，感谢你们大学以来的教导与培养，特别是专业课的任课老师长期以来给予我们悉心的关怀和指导。

感谢这次论文小组的每位成员，在书写论文中各自目标明确，从论文的选题、资料的收集到整个论文的完成，都有着明确的分工以及配合，遇到困难不放弃、不急躁，互帮互助、互相理解与包容，才能使得论文的顺利完成。

最后要感谢我们的父母对我们的支持、理解。是他们一路走来都为我们创造了良好的学习氛围，不论家庭经济状况如何，都尽量让我们能够得到最好的学习条件；是他们在这一路上一直陪伴我们，不论我们的喜怒哀乐给他们带来什么，都以最大的耐心和宽容接纳我们，做我们最坚实的后盾。我们深深地感谢他们，而在未来的日子里，我们一定要比现在更努力地奋斗，去报答他们，不辜负他们寄托在我们身上的殷切期许！

“长风破浪会有时，直挂云帆济沧海。”这是我少年时最喜欢的诗句。就用这话作为这篇论文的一个结尾，也是一段生活的结束。期望自我能够继续少年时的梦想，永不放下。希望未来的我可以做更好的自己，不要忘记来时的漫长路程时暗暗许下的愿望，不要忘记了最开始的初心。谨以对美好未来的期许，致老师致家人，致自己。