

第一章 优秀的工程建设 与失误的建筑之对比

历史上的土木工程中 成功的工程和不良工程之间有天壤之别。优秀的工程使人民获得经济效益和社会效益，为人类提供持久的福利 而劣质工程则导致人力、物力的浪费 并延缓生产的发展 最差的工程会成为灾害 而且不再能够恢复原状。以下实例可供参考。

第一节 世界著名建设与不良工程的典型

一、都江堰导流与灌溉工程

都江堰综合工程是世界上最早的水利工程之一，位于四川省中部，由著名的当地郡守李冰及其子于公元前 256 ~ 公元前 251 年间设计并监管。该工程由几处导流防护堤、分水鱼嘴、溢洪堰和宝瓶口等结构组成，相互关联，成功地将岷江主水道分向大小五个支流，不但遍布川西平原，而且调节了南去的下游流量。受益地区免遭洪水之苦，农产品稳定保收。都江堰结构见图 1-1 所示。

宝瓶口是人工开凿而成的。溢洪堰由竹笼、石块筑砌，可被冲刷，冲刷程度视洪水流量而定，溢洪堰每年维修一次，维修工料均很简易。溢洪堰根据洪水流量自动调节分到下游的流量，同时与这些工程一起作用，保护水利设施，并把总流量适当地分别注入各个支流。

1. 岷江
2. 内江
3. 外江
4. 灌县城
5. 护岸堤
6. 飞沙堰
7. 宝瓶口鱼嘴
8. 二王庙

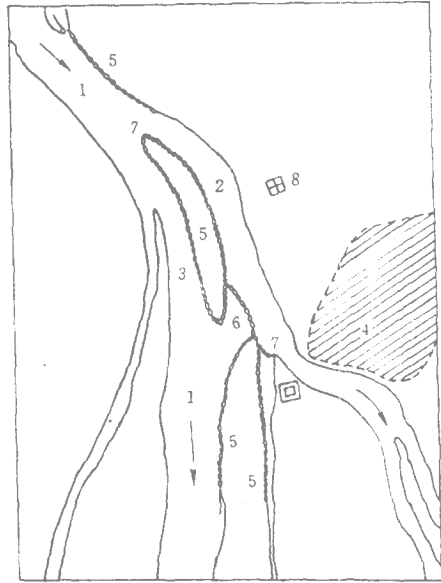


图 1-1 都江堰示意图

其后多年来 在原有基础上 当地人民继续扩大治河效果和灌溉效果。1950 年以后，兴建了水电站和水闸，为都江堰工程提供了更大的控制力量 使川西平原“水旱从人 不知饥馑”号称“天府之国”。

在中国，山区面积占整个国土面积的 65% 以上，而农田面积仅为 11% 左右。都江堰这个古老的水利工程，为最大省份的心脏地带带来长期的经济发展。在这种情况下，都江堰工程作为我们祖先极其宝贵的遗产而当之无愧。

我们需要研究一下 在 2150 年前 在没有现代机具 没有技术理论 没有先进的建筑材料的情况下 究竟是何原因 是何办法使李冰父子完成这一不朽的事业 这要追溯他们 在此伟业中勘测、调查、设计、施工的具体细节已是不可能的 但是可以确知有两点很关键：

1. 李氏父子肯定知道，他们必须全面掌握岷江及其全部流域

的自然情况，并对河流与气象在不同年份、季节的变化与规律做周密的调查。为此，他们耗尽心血、年复一年地用虽很原始但却聪明而又实用的方法做了彻底地观测工作。

2. 在这一多变的条件下，要求对各主流、支流水道中流量的分配和堰的构造等细节得到一个最佳方案，要想在一次设计中就能取得成功是不可能的。他们一定是做过多种比较方案、试验施工才获得成功。并给后代留下了“深淘滩、低作堰”的维修格言和以石人为标志的永久性水尺。

这些精神正是我们这些后代应该永志不忘的。四川人民怀着崇敬和感激之情，为纪念这位伟人为社会所创造的永世恩泽，修建了一座庄严的殿堂。这项工程对工程人员一直起着重要的教育作用。如今技术、机具、书本、设计理论、新施工、新材料比那时不知进步了多少，如果我国在工程建设中仍存在这样那样的缺陷，甚至是灾难性的，我们难道不愧对先人吗？

二、三门峡水利枢纽

比起都江堰水利综合工程来，晋豫交界黄河上的三门峡水利工程可称为一项失误的工程。

在 5 000 多 km 的黄河干流中，约有 2 000 km 是流经黄土和沙漠地区。因此，黄河中下游的水流中常年携带着大量泥沙。大量河段的河床早已高出两侧地面，高大的两岸大堤需要随河沙的累积不断加高加大。黄河已成世界闻名的悬河。

50 年代，置反对意见于不顾，一座带有水电站的大坝在黄河中游的三门峡横跨宽大的河身修建起来。现在被坝拦成的水库已经严重淤积，虽然采取了艰巨的排沙措施，发电量还是仅剩原设计的很小部分（断流期间更不用说）。总之，大坝的建成加剧了河床淤沙。现在，西北防护林伟大工程正在进行，希望今后水土流失的现象随人们的努力和时间的推移能够逐渐得到改善。

这种不良的决策，主要是由于忽视黄河流域的地质情况与黄河泥沙含量的结果。

三、瑞士的林业、铁路、隧道和水力发电工程成就

很早以前 阿尔卑斯山区的人民就有保护森林的传统 森林阻挡了大部分暴风雨和融水，并防止了山坡的冲刷。从 19 世纪末叶人们开始利用水电以来，降水量获得了更加充分的调节。这就给农业、工业和有规律的下游流量打下了良好的基础。

19 世纪中叶以后 铁路在这个 43 000 km²、人口 600 多万的山区国家迅速发展，修建了各种形式的铁路：黏着铁路、齿轨和齿轮铁路、齿轨—黏着铁路和缆索铁路；有标准轨距铁路，也有窄轨铁路；有国家铁路，也有地方铁路。这些铁路构成一个三维铁路系统，为联邦政府所有或私营企业所有。黏着铁路达到的最大高程是 2 257 m，齿轨和齿轮铁路是 3 454 m，齿轨—黏着铁路是 2 160 m 缆索铁路是 2 663 m。最大坡度：标准轨距黏着铁路是 27‰，窄轨黏着铁路坡度的限值通常是 60‰ 但有一高达 73‰ 的例外。因此，可以说瑞士铁路可以到达大阿尔卑斯山的任何地点。

瑞士山区铁路的主要特点是 首先 以破坏地形最少来完成运营的需求 其次 随着运量需求的增长 铁路加大其牵引力，而不是靠大规模的改建工程来满足需要。水电设施促进了工业的发展，并大大加强了铁路建设。现在，几乎所有的铁路都已电气化了。大多数铁路的运量已达第二次世界大战前的许多倍，而改建工程却很少。

另一项显著的成就是开凿长隧道以帮助铁路征服高山。长度为 14.91 km 的哥达 (Gotthard) 双线隧道穿过阿尔卑斯山区，于 1882 年开通。其后，长为 19.69 km 的辛普朗—一号 1st Simplon 隧道于 1906 年完工，长为 14.5 km 的罗施伯格 Lötshberg 双线隧道于 1913 年完工，长为 19.71 km 的辛普朗—二号 2nd Simplon 隧道

于 1921 年完工。修建如此长的标准轨距干线隧道，其决策是在百年前做出的，值得称赞。隧道节省了山区的展线长度，克服高度为 3 000 m。

所有这些工程措施，再加上自第一次世界大战前以来长期的国际中立地位带来的和平环境，使这个山区小国成为世界上最繁荣、最有生气的地方。

此外，由于阿尔卑斯山区各国对暴雨雨水的控制和河道的治理，使沿河下游的欧洲各国，在防洪、航行和供水方面受益匪浅。这些都导致许多国家工业 150 余年的持续发展。

与上述两项杰出的例证相反，在南美洲亚马逊河上游中国的黄河、印度和孟加拉国的布拉马普特拉河（其上游河段在中国西藏境内，称为雅鲁藏布江），所采取的环境保护和水能保护措施不多，甚至有些地方森林已遭破坏，社会经济十分落后，沿河人民遭受频繁的洪灾和经济损失之苦。

四、美国铁路建设中不利的一面

美国铁路规模之大，建设速度之快及对其国家发展的促进作用是有目共睹的。但是，它曾对某些线路沿线人民与社会造成的破坏作用也不容忽视。这对我国今后修建铁路是一种借鉴。

美国铁路企业都是私营的，它们之间互相独立。由于从 19 世纪中叶开始的各种矿产开发、工商业建立等所谓的“加州淘金热”的经济刺激，导致铁路建设迅速发展。到 1916 年全国铁路网的总长度已超过 420 000 km，这当然是资本主义经济发展有利的一面。美国早年的移民主要是在东海岸，发展先是在东部地区，随后正是由于修建铁路才把东部的繁荣带到全美各地。

在内战结束不久的 1869 年，第一条通往太平洋海岸的铁路开始运营。这正像我国的兰（州）—新疆铁路 1966 年通至乌鲁木齐，1990 年北疆铁路又延伸到国境西陲的阿拉山口与前苏联铁路

接轨一样。在 1840~1900 年之间 美国被多次战争所困扰 但是，铁路建设事业并未受到什么影响。这说明私营的铁路企业对经济发展具有无穷的推动力量。

可是 庞大的美国铁路网络并非是在完善、健康的情况下发展的 原因如下：

1. 大、小的铁路系统各有各的技术和运营标准。

2. 有些线路的建筑物带有临时性 如木便桥、木涵洞、木站台等。建造这些铁路的目的只是作为掠夺矿产的工具，根本没有长远目的。

3. 另外 还有一些铁路在与公路运输竞争中失败 而被迫停业。

正如 Arthur M. Wellington 在其所著的《铁路定线的经济理论》(1877 年第 1 版)中写道，“我们的铁路定线全都是不经济的”。果然，自 1916 年开始，有不少的铁路随着矿产枯竭而废弃，有些面对其他运输业的竞争而停业，有的随建筑物腐朽而报废，还有的线路是因政府或地方修水库，由于水位提高，改线而报废。

除上述停业报废的铁路外，还有很多原来的短线铁路逐渐地经过联合、兼并而改建成为长大的干线 归并之后 不少线路变为无用。因此 数十年后 美国铁路总里程减少了约 150 000 km 比我国铁路总长的两倍还多。

原来开矿的、办铁路的企业家们赚钱后，停业一走了之，但 150 000 km 铁路沿线的居民和环境则遭受灾害，很多原来依靠矿场与铁路而兴起的小市、镇突然变得死气沉沉。生意倒闭，工人失业，社会秩序紊乱，治安不良，有些小城被称为“Tough town”即“粗野的城”。

铁路修建之初 在沿线砍伐了大量树木。铁路停业 遗留下的则是破坏的土地、房屋的废墟和废弃的材料、机具，这种被破坏的环境与秩序需要十年万至几十年才能恢复。

这样大范围的破坏，总的损失是很大的。足以作为其他国家的前车之鉴，在一个有控制力的国度里应该是可以避免的。

第二节 中国铁路的辉煌成就

一、詹天佑的贡献与成就

1. 远见的决策

在近一百年之前，中国周边国家的铁路采用各种不同的轨距：例如在日本用 1.067 m 轨距 俄国用 1.524 m 轨距 而其他国家用 1.000 m 和 1.435 m 轨距。在中国，有英国势力修建的 1.435 m 轨距的唐山—天津铁路和法国人主持修建的 1.000 m 轨距的滇越（昆明—河口通越南）铁路，而以中国铁路土木工程建设之父詹天佑为代表的铁路权威决定采用 1.435 m 为全国铁路干线的标准轨距。并且根据詹天佑的建议，一开始就采用自动车钩，所采用的桥梁与结构物的荷载标准，后来只经过微小的修订，至今仍适合我国机车车辆的实际情况。

2. 第一条山区铁路，北京—张家口线

长城所在的燕山山脉是华北最雄伟的屏障。1905 年 在社会条件非常困难，包括统治者的愚昧，经济的拮据和来自外国的压力的情况下 詹天佑用了极其巧妙、经济的办法 例如初期的“之”字形线，穿过居庸关附近当时的长隧道 1 091 m 和 0—6—6—0 型的复式马利式机车），克服了燕山的天堑。那项用 33.3‰ 最大坡度与 0—6—6—0 复式机车的协调配合的设计思想，正是本书中所继承与发展的综合优化的最初期的概念。只不过在 1994 年之前 没有用这一技术名词，并且不是用数学模型与优化方法进行设计而已。

这 200 多 km 的铁路造价合理，且建造工期只用了 4 年。

3. 其他工程建设

1911~1919 年间，詹天佑还主持修建了韶关至广州与武汉至株洲的两段干线。

除北京—张家口这条山区铁路的创造性工程外，长隧道和桥

梁基础施工的气压沉箱法也是首次在中国由中国技术人员和工人完成，并且由此培养出很多铁路工程师与技术工人。

詹天佑还主持制定了中国铁路技术规范。

凡此物质上与精神上的贡献都为工程界奠定了基础。

二、解放后国有铁路系统的统一化

在 1949 年之前，中国境内的铁路实际上是由外国势力和地方军阀所控制。各路有自己的规章与设备，甚至在同一城区有各自的站场 这样就形成运输时间、能源、效率和土地的浪费。在 1949 ~ 1952 年的 3 年中所有的铁路都统一组合成一个国有铁路系统。在这一改革过程中，新建与改建了一些必要的联络线，一些客货车站场和机务段重新组成各专门用途的共用站场，全路制定了相同的规章制度。这一改组大大减少了客货运业务和列车的运行时间 节省了大量物力 增加了运输效益。

这项 22 000 km 既有铁路的大改组仅仅用了 3 年。其结果不但增加了旧线的效率，而且更重要的是为后来修建新线提供了便利条件。

现在，中国铁路从这一改革承袭下来的优良传统表现为下列各点：

1. 从一地至另一地的客、货运输 可以组织直通车 无需在中途更换列车，节省大量时间、人力与费用。这点其他国家是不易做到的。

2. 主要的编组站只在大的铁路枢纽站修建，不需要多余的车场与调车，这就可以使货车便捷地由装车地到卸车地。

3. 全国只有一套旅客列车时刻表。虽然现在全国只有约 65 000 km 线路。可以想象，将来即使铁路运营里程增加一倍（正如孙中山先生所期望的建成 160 000 km）列车时刻表还只需那么一本。

4. 山西省铁路轨距的标准化。在 1949 年以前山西省内的铁路是由地方当局决定的 1.000 m 轨距 山西省的煤矿储量极大 而米轨铁路运输能力较弱, 又给东南的运输造成不便, 不利山西省煤的外运。山西铁路轨距标准化使全国的经济效率提高了。

三、发展全国路网骨架的长远政策

1950 年以前 只有 2.2 万 km 铁路 大部分位于我国东部的平原地区。从 1952 年开始, 大部分新线修建在西南、东南山区和西北高原。这些铁路中, 有许多穿越相当遥远的欠发达地区。当然, 这些铁路在运营初期无利可图。但是, 由于开发的原因, 10 ~ 20 年后, 铁路两侧地区已经相当繁荣: 新工业和新城市建立起来了; 运量迅速增大, 业务量已达设计负荷的数倍。

这些高标准的干线和繁忙老线构成了全国铁路网的骨架, 这就有力地促进了网线建设的进一步发展。由于 50 年代确定的这个政策, 和随后的辛勤工作, 中国西部的面貌已经大为改观了。水电站、工业中心纷纷建立 旧城市改换面貌 新城市兴起 文化、教育相应发展。

半个世纪以来, 铁路新线所影响的面积大约有 200 万 km^2 。在这些开发铁路中, 有一些出色的铁路工程是值得提的。

四、宏伟的(兰州) — (新疆) 铁路

它包括 1 902 km 的兰州至乌鲁木齐线和 456 km 的乌鲁木齐至国境西端的阿拉山口的北疆线。这条铁路是我国东起太平洋海岸 西至国境西端共 4 137 km 的最大干线的重要部分, 同时也完成了第二条亚欧洲际大陆桥。

对于国家发展来说, 该路在促进新疆地区的经济繁荣之外, 还有力地协调了汉族与少数民族之间的关系, 从而稳定了西北地区以至全国的社会秩序。

至于国际间的运输状况，自我国东海岸的连云港到大西洋海岸的鹿特丹港大约为 10 000 km。第一条亚洲际大铁路是从东起的纳霍德卡港经过包括西伯利亚乌拉尔山等前苏联领土，再经波兰、德国和荷兰到鹿特丹港，大约 12 000 km。第二条洲际线与第一条相比首先在距离上占有优势。

此外，第二条洲际线还有下列优势：

1. 第一条亚欧铁路所经之处天气寒冷，纳霍德卡港每年有 4 个月冰冻期，而第二条洲际线沿线气候温和，连云港是个不冻港。
2. 据估算，第二条洲际铁路的运费和运输时间比第一条洲际线低 1/3。比起经太平洋、印度洋和地中海到达欧洲的运费省 27% 时间省 70%。
3. 亚欧两洲间的文化、旅游等各方面交流更为密切。

五、跨越历史天堑的第一条电气化山区铁路

巨大的秦岭山脉是陕、川两省间宝成铁路的天然屏障，也是中国西南地区与北方地区经济与文化交流的一大障碍。

宝成铁路宝鸡至秦岭区段是数年来人所共知的“难于上青天”的地形。宝鸡与山垭口之间的自然高程差在 25 km 的直线距离中为 810 m。这段电气化铁路的定线技术精湛，最大坡度为 30‰，展线长度最短。工程于 1958 年竣工，工程规模并不很大。作为进出四川省的主要干线，这条线已经安全运行了近 40 年（见图 1-2）。

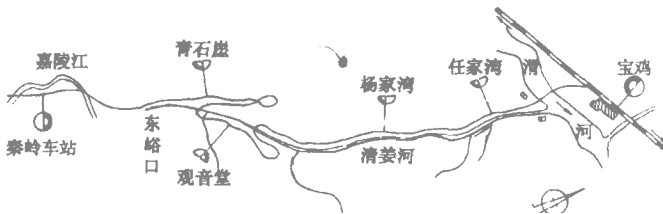


图 1-2 宝成线宝鸡至秦岭段展线平面示意图

六、连接东南海港的山区铁路

694 km 的鹰潭—厦（门）铁路跨越武夷山脉的杉岭和戴云山脉的玳瑁山与博平岭。

1955 年以前，福建这一山地省份连同其中沿海城市在一定程度上与内陆各省交通不便。鹰厦铁路的建成自 1956 年起只用了 3 年。线路采用最大坡度 22‰ 以克服重重山岭，因而工程量与工程投资均合理。可是在 1980 年以前的一段时间，这条铁路因作为“低标准”而受到责备，但到 1986 年电气化工程竣工后，铁路的运输能力迅速提高至 1 900 ~ 2 500 万吨 / 年，从此责难平息了。

自鹰厦线成功建成之后，1959 年 12 月开始，福建省又修建了几条铁路扩展到各主要城市，并初步形成网络。

随着内陆与台湾的民间往来、社会交流，鹰厦线和其他网线将会愈来愈大地在经济与政治方面发挥作用。

七、电力机车与内燃机车的制造

电力与内燃机车的工业是自 1958 年从无到有开始起步的。初期时曾把前苏联和法国机车用来做参考试制。在辛勤、智慧的科技人员和工人的努力下，不出几年，一个一个的韶山型电力机车和东风型内燃机车的系列产品相继问世，并且各种部件的性能逐渐在提高。

作为一个山区、丘陵和高原占 66%，而且雨量又丰沛的国家，铁道部果断地把电力定为首选牵引种类。除了电力机车牵引力大，速度快，很多山区可以为电力机车提供便宜的牵引动力之外，另外一个最大的优点是电力机车在穿过隧道时不会像内燃机车那样排放有害气体。而在长隧道中内燃机车所产生的有害气体的积累经常会造成行车困扰，增加排除烟雾的费用，降低运输效率。

为了获得高速运行，发达国家几乎无一例外地选用了大功率的电力机车。在我国有必要修建高速线时，也必需如此。

由于在同一时期的系列机车其牵引力与动轴数目成正比，计

算速度相同，即使牵引电力机性能有所改革，除特别的设计制造外，变动不大，所以对于铁路设计中机车型号与线路标准的综合优化选择提供方便。并在将来运量增长时，也可使决策者预先做到心中有数。具体细节将在第六章中叙述。

过去 40 年的经验证明在 1956 年决策的工业单相交流电的供电制度是一项明智的决策，是适合我国国情的。

随着运输任务的发展与要求，在自力更生的方针指引下，客货车辆制造也以惊人的速度发展着。

八、运输密度

在世界上采用标准轨距铁路的国家中，运量的密度以吨公里 / 公里计，以中国铁路为最高。在数日之前，世界的铁路运输密度是以 1.524 m 轨距的前苏联铁路为第一。但是由于政治方面的变化和俄罗斯经济情况的下降，加之中国经济增长势头迅猛，前苏联这项运输密度的冠军地位已成为历史。

造成中国高强度运输密度状态的原因有二：一是大量煤与矿产品是靠火车运送；二是路网总长度不足 70 000 km。

可是，国民经济增长总是与铁路发展同步，甚至比铁路网更快。因此可以估计到铁路的运输密度在 50 年之内不会下降。

在中国铁路中重要问题之一是增加货运列车的载重，主要是加长列车。为此即需加强车辆质量，同时需在某些车站加长站线长度。

九、安全记录

铁道部和各铁路局有一个很好的传统，那就是把安全正点放在铁路运营任务的首位。因此，一般来说，我国列车的运输安全情况与准点运行的记录是很令人满意的。

中国铁路的安全正点传统是来之不易的。因为在硬件设施方面（轨道强度相对较弱，线路上与车站场的信号与通信设备不够

先进 甚至在一些繁忙的道口 也还未建立交 还存在缺欠。幸而有认真负责的铁路员工 包括运输人员、巡道、道班工人 是他们的辛勤劳动，保证了列车的正常行驶与国家经济的发展。

正是由于这些广大的铁路职工保证着巨大铁路系统的运行与发展 自 1949 ~ 1995 年铁路运输指标增长如下：

| | | | |
|--------|------------|----|--------|
| 货运总量 | 以亿吨计 | 增加 | 27.5 倍 |
| 客运总量 | 以亿人计 | 增加 | 19.9 倍 |
| 货运周转量 | 以吨公里计 | 增加 | 68.8 倍 |
| 客运周转量 | 以人公里计 | 增加 | 26.2 倍 |
| 换算运输密度 | 以吨公里 / 公里计 | 增加 | 51.7 倍 |

十、艰巨的成（都）—昆（明）铁路

在 1960 年以前，铁路干线在西南地区仅能到达成都—重庆—贵阳。在川黔线以西和云南北部地区的山区地形是非常复杂、陡峭的。有一位外国专家曾被邀请到此地区视察，他在群山中说道“这种地方是不可能修建铁路的”。

但是中国政府修建一条由成都直接向南通到昆明铁路的决心，并未被地形困难所阻。这条线需由川西平原越过雄伟的小相岭、鲁南山、三台山等连绵的峻脉以达云南的高原。

这条 1 000 km 铁路的意义在于把交通、工业、文化教育的发展条件向西推进 200 ~ 400 km。在这几十万平方公里范围内，原来是极为贫穷、落后的，但又蕴藏着大量水力与矿产资源。

这里不禁要对此线具体勘测、设计和施工工程人员与技术工人们表示崇高的敬意。他们在这世界上少有的险峻崇山中，以精巧的定线设计与高超的施工作业完成了这一堪称杰作的伟大工程。

高度智慧的人工展线共有七段 这里择其二段 图 1-3 与 1-4，摘自铁道部第二勘测设计院《成昆铁路勘测设计总结》）以供读者欣赏。

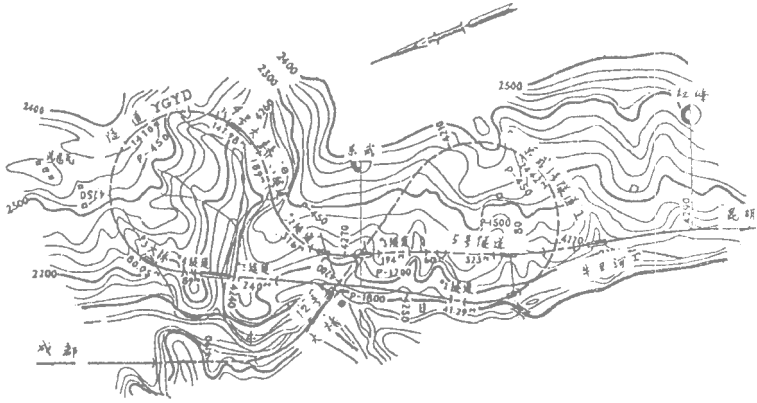


图 1-3 成昆铁路东武段展线示意图

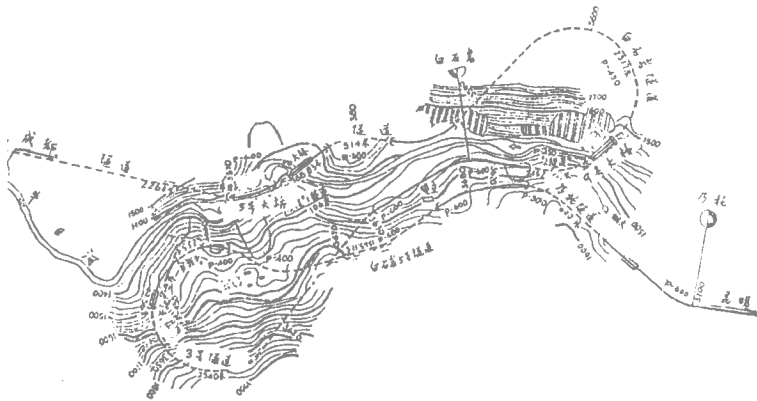


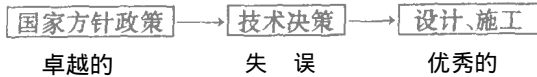
图 1-4 成昆铁路白果—乃托段展线示意图

成昆铁路通车 20 多年来，确实使西南部分山区得到不小的发展。在特殊困难条件下，所累积的铁路设计与精巧的施工技术也给技术员一次优质的训练。但是很可惜，在中间的技术决策的环节中发生了失误，以致总的经济效率和运输效率大打折扣。下节具体讨论。

第三节 中国铁路工程决策中的教训

一、仍以成昆铁路为例

国家的方针政策、技术决策和具体设计施工三者之间的联系可用下面简图表示：



技术决策中的问题包括下列几点：

1. 能源选择不当

在我国西南地区，常年不断地奔流着巨量的、取之不尽、用之不竭的水力资源。在 60 年代（即在成昆线规划之时）水力的利用率还不到 3%，97% 奔腾的水流不但白白浪费，而且造成土壤被冲刷流失和下游河道泥沙量的增加。随着工农业生产和人民生活的需要，建设大大小小的水力发电站与铁路建设同样迫切。

从社会主义建设的角度出发，铁路的建设与水电的开发这两大企业应该是很自然地协作进行，这不但有利于国家发展，也有利于双方发展。但是没有想到，成昆铁路所选定的牵引动力竟是内燃机。

在机车重量相同条件下，内燃机车的功率小于电力机车，不利于山区爬坡运行。此外，山区铁路的隧道多，内燃机车在隧道中的烟气很难排出，需要多余的排烟设施与费用。

2. 不恰当的线路技术标准

铁路的坡度与曲线标准的选择，主要的客观因素在于沿线的地形条件。世界各国铁路对于平原与山区都有不同的线路标准。

成昆线的坡度标准采用了适用于平原地区的限制坡度（单机段 6‰ 双机段 12‰, 13‰, 16‰）。而且在后来的一些困难地区中线路上屡次采用这种超高标准，此为世上罕见。

很明显，这样的超高标准的线路在崇山中是没有灵活性的，它

不能适应复杂多变的地形而造成过量工程，过于平缓的铁路坡度在陡峻的纵向山的面前只好人为地展长线路，迂回地爬上山岭。事实上，16‰的双机段成为控制瓶颈。在相同机型和列车重量的情况下，其他大段的 6/12‰和 6/13‰线路坡度等于无用，因为高标准所造成的巨大工程量实质上是浪费。

如此，除在全线增加工程量外，还额外地展长线路 59 km。

3. 成昆铁路的损失

假如成昆线当时采用技术决策为电力牵引，限制坡度单双机牵引为 12/24‰，350 m 曲线最小半径（这种标准虽未必是最优的方案，但是接近合理的），比较起来，现在的既成线路明显地显示出下列损失：

(1) 浪费的工程量与工程费，包括一般路段和 59 km 多余的展长路段，共估计为 20%。

(2) 一般的铁路设计中，平缓的线路方案在运营方面比起较陡较弯曲的方案总是较节省的。可是在成昆线则不能如愿，因为：

柴油内燃机车比电力牵引费用高得多；②多运行 59 km 的各项运营费用③由于工程浩大，高填深挖的路基、高桥、高挡墙、多余的会让站等维修费用加大，所造成的损失使总的常年运营支出反而更大。

(3) 工程量大导致工期加长，又导致晚投产和减少收入以及延长投资利息的负担，并起了延滞社会发展的作用。

(4) 对于自然地貌的破坏愈大，发生坍方、泥石流等地质灾害的可能性就愈大。20 多年的事实已经说明，成昆铁路发生地质事故的频率远高于其他山区铁路，每到雨季铁路局就日夜担心。

(5) 如果采用 12/24‰的电力牵引铁路，其运输能力可达 1 725 ~ 2 275 万吨 / 年 (SS₃ 与 SS₄ 机型) 而东风₄ 型内燃机车在 6/12‰单双机段和 16‰的双机段只能有 1 880 和 1 595 万吨 / 年。决策者本来可能想用平缓坡度以争取较大运输能力，但实际上，被高标准线路工程所破坏的大自然使在雨季，大量坍方、滑坡甚至泥石流掩

埋路基轨道使原想的理论的运量 1 595 万吨 / 年也达不到。

(6) 在高标准平缓坡度线路上,为了减少线路长度,时常把中间站会让站的站坪尽量设计得较短,这样就限制了今后货运列车的加长和铁路能力的发展。

二、其他山区铁路

1958 ~ 1960 年第一段成功的电气化铁路——宝成铁路宝凤段的投入运营。在西南广大地区如此丰富的电力资源,得天独厚的情况下,按说对电力铁路的信心应该毫无问题了。但由于保守的设计思想作怪,在这之后开始修建的几条山区铁路仍是按内燃机车牵引设计的。除成昆线外,贵(阳)—昆(明),北(京)—原(平),太(原)—焦(作),北(京)—通(辽),焦(作)—枝(城),枝(城)—柳(州)的几条新线又按内燃机车牵引设计。不顾山区困难的自然条件,大部分线路的定线坡度采用 6/12‰,少数的也在 10‰ 以内。这种标准实在没有必要。

80 年代曾作过一次估算表明,这几条共约 5 000 km 的内燃机车牵引高标准线路,如果按电力牵引、12/24‰ 左右的最大坡度设计,则原设计的损失如下:

(1) 多余的线路展长至少 100 km。

(2) 延误客货运输时间。

(3) 建筑工程费浪费超过 20%。如果按适当线路标准设计铁路,加之推迟几年电气化时间所节约与收入的费用足够电化工程费而且有余。

(4) 浪费工期超过 20%。

(5) 常年运营费增加。

(6) 高标准线路造成对环境的破坏。

(7) 如果采用合理设计方案,所节省出的费用足够修建几千公里新线。